

Dr. M.W. Meyer  
**Der Mond**



Mr 36

Kosmos. Gesellschaft der Naturfreunde

Verkaufsstelle: Franckh'sche Verlagshandlung in Stuttgart

M 1.



# Der Mond.



## **Rosmos, Gesellschaft der Naturfreunde, Stuttgart.**

**D**ie Gesellschaft Rosmos will die Kenntniss der Naturwissenschaften und damit die Freude an der Natur und das Verständnis ihrer Erscheinungen in den weitesten Kreisen unseres Volkes verbreiten. — Dieses Ziel glaubt die Gesellschaft durch Verbreitung guter naturwissenschaftlicher Literatur zu erreichen mittelst des

### **Rosmos, Handweiser für Naturfreunde** Jährlich 12 Hefte. Preis M 2.80;

ferner durch Herausgabe neuer, von ersten Autoren verfaßter, im guten Sinne gemeinverständlicher Werke naturwissenschaftlichen Inhalts. Es erscheinen im Vereinsjahr 1909:

#### **Francé, R. G., Bilder aus dem Leben des Waldes.**

Reich illustriert. Geh. M 1.— = R 1.20 h ö. W.

#### **Meyer, Dr. M. Wilh., Der Mond.**

Reich illustriert. Geh. M 1.— = R 1.20 h ö. W.

#### **Bölsche, Wilh., Der Mensch der Urzeit.**

Reich illustriert. Geh. M 1.— = R 1.20 h ö. W.

#### **Sajó, Die Biene.**

Reich illustriert. Geh. M 1.— = R 1.20 h ö. W.

#### **Floeride, Dr. R., Die Kriechtiere und Lurche Deutschlands.**

Reich illustriert. Geh. M 1.— = R 1.20 h ö. W.

Diese Veröffentlichungen sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen; daselbst werden Beitrittszerklärungen (Jahresbeitrag nur M 4.80) zum **Rosmos, Gesellschaft der Naturfreunde**, (auch nachträglich noch für die Jahre 1904/08 unter den gleichen günstigen Bedingungen) entgegengenommen. (Satzung, Bestellskarte, Verzeichnis der erschienenen Werke usw. siehe am Schlusse dieses Werkes.)

---

Geschäftsstelle des Rosmos: **Franch'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.**

# Der Mond

Unsere Nachbarwelt

Von

Dr. M. W. Meyer

Mit zahlreichen Abbildungen



Stuttgart

Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde  
Geschäftsstelle: Franck'sche Verlagsbuchhandlung

Published 15th of March 1909.

Privilege of Copyright in the United States reserved under the Act approved  
March 3, 1905, by Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

▽ △ ▽



*Ms 36*

Stuttgarter Segensdrucker, G. m. b. H., Stuttgart.

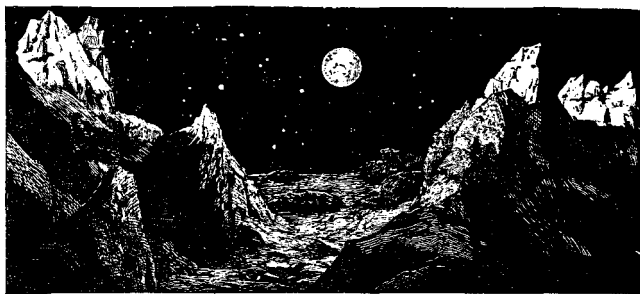


Abb. 1. Jrdische Sonnenfinsternis vom Monde gesehen.

Rein Drang in der aufstrebenden Menschenbrust ist so begreiflich und so berechtigt wie der, sich für Augenblicke wenigstens hinwegzuträumen von dieser wirren Welt in ein außerirdisches Dasein. Wir können es uns nicht vorstellen, daß der schöpferische Gedanke, welchen Namen wir ihm auch geben mögen, nichts Vollkommeneres hervorzubringen vermöchte, als diese Erdenwelt mit dem hochmütigen und doch so kleinlich haberdnden Menschengeschlechte, das sich immer noch im Mittelpunkte des großen Ganzen wähnt und doch nur ein Atom bewohnt. Zu dem Glauben an eine Unsterblichkeit der Seele trug wohl jener unausslöschliche Drang nicht wenig bei, und auch die Lust an Märchenschöpfungen, die nicht nur dem Kinde innewohnt, hat die gleiche Wurzel. Mußten hier Glaube und Phantasie positives Wissen erzeugen, so eröffnete dagegen das vor dreihundert Jahren zuerst zum Himmel gewandte Fernrohr die Hoffnung, jenseits der Erde wenigstens Spuren einer anderen, besseren Welt zu entdecken.

Die nächste dieser außerirdischen Welten ist der Mond. Wie mancher hat wohl schon gewünscht, dort hinauf zu können, um mit leiblichen Augen zu sehen, wie eine andere Welt beschaffen ist! Nun, zu unserm Monde können wir wirklich hinauf, nicht so, daß unser Fuß seine Oberfläche betritt, sondern mit unserm forschenden Auge und unserm forschenden Geiste können wir sie durchwandern und uns besser auf ihr orientieren als auf der

Erde selbst. Ja, es ist kein Zweifel, daß wir den Mond besser kennen als unsere eigene Welt. Freilich nicht in allen Stücken. Was aber zum Beispiel die Gruppierung, die Form und Höhe der Gebirge anbetrifft, so stehen, ganz abgesehen von den noch gänzlich unerforschten Gebieten im Innern von Afrika, Asien, Australien, am Südpol *ic.*, die Karten der Erde noch weit gegen jene der uns zugekehrten Seite des Mondes zurück. Die Höhe vieler gewaltigen Gipfel der Anden ist in unsern besten Atlanten selbst bis zu 500 m verschieden angegeben. Auf dem Monde, der mindestens jovieel Berge besitzt wie die Erde, ist kaum einer um mehr als 20 m unsicher, und selbst die niedrigsten Hügel fehlen nicht auf der Karte. Wir können also die Reise getrost wagen, denn der sicherste Führer ist ja immer eine zuverlässige Karte.

Bevor wir aber die Wanderung antreten, möchten wir uns doch ein wenig näher unterrichten und beispielsweise wissen, wie weit wohl unser Ziel entfernt und wie groß es ist. Wir wollen ja eine Brücke schlagen über den leeren Raum hinweg bis zu jener andern Welt. Da müssen wir uns zuvor überzeugen, daß die Brücke sicher genug ist. Sollen auch nur unsere Gedanken hinüber, so ist doch gerade der Geist am zweifelstüchtigsten. Wie also können wir erfahren, wie weit der Mond von uns entfernt ist? Wir werden sehen, auch das ist ganz leicht und sicher zu ermitteln.

Etwas genauer als die in seinem romantischen Schein Wandelnden, wenn er mit Silberfüßen auf dem Weiher tanzt, wollen wir seinen Lauf am Himmel verfolgen. Wir kennen schon alle seine wechselnden Lichtgestalten, seinen Phasenwechsel, und ich brauche meinen Lesern wohl nicht mehr zu beweisen, wie dieser durch die Beleuchtung des Mondballes von der Sonne und seine wechselnde Stellung zu ihr und uns entsteht. Man kann ja das Experiment so leicht mit irgendeiner Kugel, die man um eine Lampe führt, beweisbar anstellen. Noch anschaulicher wirkt es, wenn wir die Lampe in einiger Entfernung stehen lassen, während wir die Kugel um uns selbst herum bewegen und uns dabei immer so drehen, daß wir die Kugel stets im Auge behalten. Uns dem Lichte zuwendend, soll Westen rechts, Osten links sein. Wir müssen dann, um alles richtig zu machen, unsern künstlichen Mond von rechts nach links, von



Westen nach Osten um uns, die Erde, bewegen, denn dies ist die Richtung, in der der Mond wirklich um die Erde läuft; die tägliche Bewegung aller Gestirne in umgekehrter Richtung hat hiermit natürlich gar nichts zu tun. Sehen wir die Kugel etwas links vom Lichte, den Mond östlich von der Sonne, so haben wir erstes Viertel. Die Sichel sieht aus wie der erste Zug eines großen deutschen geschriebenen 3, er ist zunehmend. Auf der andern Seite, als abnehmender Mond, ist er dem Anfangszuge eines großen geschriebenen 4 gleich. Diese mnemotechnische Regel gilt aber nur für unsere nördliche Halbkugel; auf der südlichen kehrt sich die Sache gerade um, was man leicht verstehen wird, wenn man sich vorstellt, daß die Sonne dort im Norden, nicht, wie bei uns, im Süden steht, wodurch alle Richtungen in bezug auf sie umgekehrt werden müssen.

Drehen wir uns mit unserm kleinen Monde immer weiter nach links herum, so nimmt seine Phase immer mehr zu, bis wir, dem Lichte unserer künstlichen Sonne gerade den Rücken kehrend, Vollmond haben. Wir müssen uns dabei nur vorsehen, daß wir nicht mit unserm Kopfe gerade zwischen Sonne und Mond geraten, sonst würden wir eine Mondfinsternis erzeugen. Indem wir uns immer weiter drehen, nimmt der Mond nun ab, bis abermals Neumond eintritt.

Dabei kann es nun kommen, daß die Mondkugel gerade vor dem Lichte vorbeigeht. Dann haben wir eine Sonnenfinsternis, und dabei sind wir auf dem Punkte angekommen, der uns für die Frage nach der Entfernung des Mondes interessiert. Halten wir den Mond einmal fest in der Richtung, in der er gerade unsere Sonne ganz verdeckt. Wenn wir dann unsere Augen ein wenig von der Stelle bewegen, uns z. B. etwas niederbücken, geht das Licht unserer Sonne, die ja weiter als der Mond von uns entfernt ist, etwas unter dem Monde weg und bescheint uns wieder vollständig. Wir sehen also, daß wir durch eine Veränderung unseres Standortes eine Sonnenfinsternis vermeiden können. Merken wir uns bei dem Experimente einmal, um wieviel wir uns herauf oder herab bewegen müssen, um das Licht wieder vollständig zu sehen. Und nun rücken wir den Mond uns etwas näher. Dann stellen wir bei einer Wiederholung des Versuches fest, daß wir unsern

Standpunkt weniger zu verändern brauchen, um denselben Effekt hervorzubringen. Das Umgekehrte tritt dagegen ein, wenn wir den Mond weiter von uns entfernen. Wir erkennen also, daß unsere Ortsveränderung hier ein Maß ist für die Entfernung des Mondes von uns, und der nicht mit geometrischen Begriffen Vertraute muß es mir nun glauben, daß man aus der Messung des einen, also hier unserer Ortsveränderung, das andere, die Entfernung des Mondes, genau berechnen kann. Man nennt dies eine Parallaxenmessung, von der ich schon in meinem Kosmosbändchen „Sonne und Sterne“ gesprochen habe. Wir wundern uns deshalb jetzt nicht mehr darüber, daß man an einem bestimmten Orte der Erde eine Sonnenfinsternis total sehen kann, so daß also der Mond die Sonne vollständig verdeckt, während zu genau derselben Zeit an einem andern Orte die Sonne überhaupt ganz unbedeckt bleibt. Merken wir uns zwei solche Orte, wo in einem die Sonne ganz bedeckt, im andern aber nur eben vom Monde gestreift wird, und messen nun die Entfernung dieser beiden Orte voneinander, so brauchen wir weiter gar nichts, um die Entfernung des Mondes von uns in Kilometern ebenso sicher auszurechnen, als hier unten auf der Erde irgendein Feldmesser die Entfernung eines Kirchturms oder eines Berges bestimmen kann, auch wenn er ihn nicht direkt mit seiner Meßkette, sondern nur mit seinem optischen Instrumente erreichen kann. Man findet so die Parallaxe des Mondes, d. h. den Winkel, um den sich durch diese perspektivische Wirkung der Mond am Himmel verschieben würde, wenn man ihn von zwei Punkten aus betrachtet, die genau um einen Erdbahnmesser am Äquator voneinander entfernt sind; er ist gleich  $57' 2,3''$ . Dies gilt für seine mittlere Entfernung, die Schwankungen unterworfen ist, da der Mond die Erde nicht in einem Kreise, sondern in einer Ellipse umläuft. Mit Hilfe dieser aus der direkten Beobachtung geschöpften Kenntnis bedarf es jetzt nur der ersten Anfangsgründe der ebenen Trigonometrie, um die wirkliche Entfernung des Mondes, zunächst in Erdbahnmessern, auszurechnen, wofür wir 60,3 erhalten. Also dreißig Erdbugeln müßten wir aneinanderreihen, um jene gewünschte Brücke bis zum nächsten Weltkörper herzustellen. Das ist gewiß

nicht viel. Da der Umfang einer Kugel etwa dreimal größer ist als ihr Durchmesser, so ist die Reise nach dem Monde nicht länger als etwa zehn Reisen um die Erde. Wie mancher Schiffskapitän hat in seinem Leben vielmal größere Strecken zurückgelegt! In Kilometern beträgt der Weg 384,400. Im Automobil könnte man die Reise in weniger als einem halben Jahre erledigt haben, ohne wegen zu schnellen Fahrens dabei mit der Polizei in Konflikt zu geraten. Wir aber benötigen ein noch viel, viel schnelleres Vehikel zu unserer Reise: den Lichtstrahl, der 300,000 km in der Sekunde zurücklegt. Er braucht nicht viel mehr wie eine Sekunde, um uns dort hinaufzuführen. Wenn man dabei bedenkt, daß wir im Fernrohr noch Sterne unterscheiden, von denen her dieser selbe Lichtstrahl mehrere tausend Jahre, nicht Sekunden, bis zu uns gebraucht, so erkennen wir, wie die Entfernung des Mondes von uns fast ein Nichts ist gegenüber den Dimensionen des übrigen sichtbaren Weltgebäudes.

Aber ehe wir nun die Reise antreten, wollen wir noch ermitteln, wie groß der Mond ist im Vergleich zur Erde. Das können wir sofort ganz leicht ausrechnen, wenn wir erfahren, daß die uns schon bekannte Parallaxe jedes Weltkörpers immer genau ebenso groß ist, wie ein Halbmesser der Erde, aus der Entfernung des betreffenden Weltkörpers gesehen. Unsere Erde muß also am Himmel des Mondes wie eine Mondscheibe aussehen, die doppelt so groß ist als jene Parallaxe, das macht 2mal  $57' 2,3''$  oder  $1^\circ 54' 4,6''$ . Nun erscheint uns der Mond dagegen aus der gleichen Entfernung nur unter einem Winkel von  $31' 5,8''$ . Die beiden letzten Zahlen geben uns also das Verhältnis der Größe beider Weltkörper zueinander an. Wir finden auf diese Weise, daß der Mond einen etwa  $3\frac{1}{2}$ mal kleineren Durchmesser besitzt als die Erde, woraus wir dann schließlich seinen Durchmesser zu 3480 km erhalten. Die Reise um den ganzen Mond ist demnach nicht größer als etwa die Strecke von Berlin nach Chicago.

Für uns aber kommt nur die Hälfte dieses Weges in Betracht, denn wir können leider nur eine Hälfte des Mondes sehen. Diese konnten wir, wie schon bemerkt, viel genauer durchforschen als die Oberflächengestaltung der Erde; dagegen kennen

wir von der andern Seite des Mondes ganz und gar nichts. Das ist ein gar seltsames Spiel der Natur, das viel zu denken gibt. Stellen wir uns einmal vor, was freilich in Wirklichkeit nicht der Fall sein kann, auf jener uns abgekehrten Seite unseres ständigen Begleiters durch die Welträume befänden sich Menschen wie wir, nur könnten sie nicht auf die andere Seite ihres Weltkörpers hinüberwandern. Sie könnten dann ebenso gute Astronomen sein wie wir und wüßten doch gar nichts aus eigener Anschauung von dem ihnen nächsten aller Weltkörper, den sie beständig umkreisen. Bloß aus theoretischen Gründen vermöchten sie ihre Existenz zu ermitteln. Wir machen ja nur zu häufig die Wahrnehmung, wie uns gerade das Nächstliegende lange Zeit in seinem Wesen verhüllt bleibt. Die Zusammenhänge überblickt man eben immer am besten aus einiger Entfernung.

Aber etwas mehr als die Hälfte können wir immerhin vom Monde sehen. Ganz genau fixiert er uns doch nicht. Der alte Geselle wackelt etwas mit dem Kopfe und schaut deshalb manchmal ein wenig rechts und dann wieder links an der Erde vorüber. Man nennt das die *Vibration* (Schwankung) des Mondes. Auch wird die Gesichtslinie zu ihm hin dadurch periodisch etwas verschoben, weil er nicht genau in einem Kreise um die Erde läuft. Im ganzen können wir infolge dieser beiden Wirkungen, der perspektivischen und der des wirklichen langsamen Hin- und Herschwankens, nacheinander etwa vier Siebentel der Mondoberfläche sehen. Drei Siebenteile dieser uns nächsten Welt bleiben uns somit ewig unbekannt. Man hat die verschiedenen Gesichtslinien, unter denen man den Mond durch diese Verschiebungen sieht, dazu benutzt, stereoskopische Bilder (Abb. 2) von ihm zusammenzustellen, von denen hier eines wiedergegeben ist. Der Mond erscheint dadurch im Stereoskop als freischwebende Kugel. Der übertriebene Kugeleffekt ist dagegen nicht reell; er rührt von der Zusammenstellung verschiedener Bilder und einer gewissen perspektivischen Verzeichnung her, die hier besonders hervortritt. Die Aufnahmen gehören zugleich zu den ersten, die vom Mond gemacht wurden.

Wir sehen also, daß der Mond uns immer dieselbe Seite zukehrt, oder daß die Umdrehung um seine Achse gerade ebenso-

lange dauert, wie sein Umlauf um die Erde, nämlich einen Monat. Die Tageslänge ist also auf dem Monde gleich der seines Jahres. Die leuchtende Hälfte seiner Oberfläche bewegt sich in einem Monat etwa einmal rings herum, so daß im Laufe von je vierzehn Tagen der leuchtende Tag mit der Nacht abwechselt. Das können wir auch ohne weiteres von unserm Standpunkte aus wahrnehmen, selbst ohne Fernrohr. Wir erkennen ja auch mit dem bloßen Auge verschiedene Schattierungen auf der Mondscheibe, die immer dieselbe Lage zu ihren Rändern behalten, während die Licht-

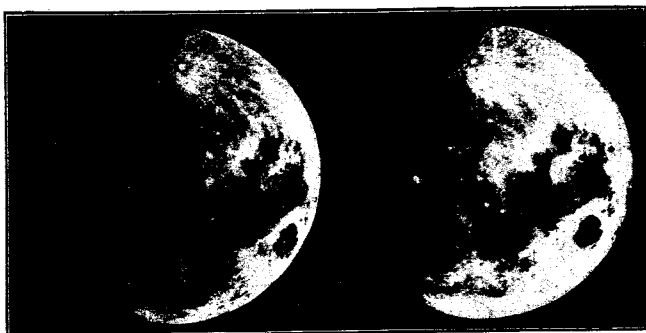


Abb. 2. Stereoskopisches Mondbild.  
Nach einer Aufnahme von Prof. Hartmann, Potsdam.

grenze beim Wachsen der Phase darüber hinzieht, und zwar nach jeder Lunation, jedem Mondumlauf, der in bezug auf die Sonne genau 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten und 2,9 Sekunden dauert, immer wieder über dieselbe Stelle.

Jene mit bloßem Auge sichtbaren Flecken haben in phantasiereichen Gemütern die Sage vom Mann im Monde gezeitigt. Kürzlich hat ein italienischer Astronom sogar ein glückliches Paar dorthin versetzt, zu einem Kusse vereinigt.

Von diesen Phantastereien abgesehen, können uns diese Schattierungen auf dem Monde wirklich zur ersten Orientierung dienen. Man hat schon sehr früh, jedenfalls schon im griechischen Altertum, gemeint, diese sich stets absolut gleich bleibenden hellen und dunkleren Flecke müßten Oberflächengestaltungen,

unsern Festländern und Meeren ähnlich, entsprechen. Die Chinesen freilich meinten, der Mond sei nur ein großer Spiegel, der am Himmel, der Erde gegenüber, hänge und ihre Oberfläche uns widerpiegelte. Solange man die Erde selbst noch nicht kannte, war dies am Ende gar keine schlechte Idee. Wie wir uns diese Gestaltungen aber in Wirklichkeit zu deuten haben, das werden wir erst auf unserer Reise dorthin ergründen, sobald sie sich bei fortschreitender Annäherung mehr und mehr entfalten.

Hier sei noch bemerkt, daß die merkwürdige Eigenschaft, daß der Mond uns immer dieselbe Seite zugehrt, wahrscheinlich in entsprechender Weise von allen andern Monden der übrigen Planeten geteilt wird. Sie alle sind mit ihren Hauptkörpern, wie es scheint, so verbunden, als ob sie von diesen gewissermaßen mit einem schweren Übergewicht festgehalten würden, das aber noch ein wenig um seine Ruhelage hin und her pendelt und dadurch die Libration erzeugt. Dieses Übergewicht muß in der That auch vorhanden sein. Der Mond hat offenbar einmal eine schnellere Bewegung um seine Achse besessen, die mehr und mehr gehemmt wurde, bis eben nur noch dieses geringe Pendeln übrigblieb. Bei einigen Satelliten des Jupiter und Saturn hat man regelmäßige Helligkeitsschwankungen wahrgenommen, die sich bei jedem Umlaufe um ihren Planeten wiederholen. Sie sind nur so zu erklären, daß diese Monde zwei topographisch verschiedenartige Halbkugeln besitzen, die deshalb das Sonnenlicht verschieden stark zurückstrahlen, und von denen eine beständig ihrem Planeten zugewandt bleibt. Dann werden während eines Umlaufs nacheinander die verschiedenen Halbkugeln von der Sonne beleuchtet und uns zugekehrt, wodurch jene periodischen Lichtwechsel entstehen. Diese Wahrnehmung interessiert uns auch in bezug auf unsern Mond. Sie erlaubt nämlich den Analogieschluß, daß wahrscheinlich auch bei ihm die uns beständig abgewandte Seite topographisch von der uns bekannten verschieden ist. Dies ist aber auch alles, was wir von jener erfahren können.

Noch einen interessanten Schluß können wir aus der That-  
sache ableiten, daß unsere Gesichtslinie nach beliebigen Teilen der Mondoberfläche stets nahezu unveränderlich bleibt. Um

dies ganz klarzumachen, wollen wir unser Experiment mit dem lebendigen Planetarium, das uns schon über Sonnen- und Mondfinsternisse und die Entfernung unseres himmlischen Begleiters Aufschluß gegeben hat, in etwas veränderter Weise noch einmal wiederholen. Wir selbst mit unsern beobachtenden Augen wollen einmal den Mond vorstellen. Für die Erde nehmen wir einen Globus, der ihre Kontinente und Meere sichtbar macht, und lassen sie sich um sich selbst bewegen. Die Sonnenlampe steht in einiger Entfernung, und die Gegenstände an den Wänden des Zimmers, die wir uns recht weit entfernt denken, stellen den Sternenhimmel vor. Wir, wie gesagt, sind der Mond. Wir schauen immer geradeaus und stellen uns so, daß wir die Erde genau vor uns sehen. Die Erde kennt also nur unser Gesicht, unsere Rückseite bleibt für sie allezeit ein unbeschriebenes Blatt. Wir wollen nun beide Arme seitlich von uns strecken und stellen uns zunächst so, daß wir die Sonne gerade im Rücken haben. Unser Gesicht ist vollkommen im Schatten: es ist Neumond für die Erde. Diese aber sehen wir ganz voll beleuchtet; sie steht ja gerade unserer Sonnenlampe gegenüber. Auf ihrer Scheibe,  $3\frac{1}{2}$ mal größer, als uns der Mond erscheint, sehen wir die Flecke sich langsam von Westen nach Osten weiter bewegen, so daß uns, die wir vom Monde aus beobachten, die ganze Erdoberfläche nacheinander sichtbar wird. Unser rechter Arm entspricht der Westrichtung; in dieser bewegen wir uns nun um die Erde herum, ihr immer das Gesicht zuwendend. Dann gehen rechts immer mehr Sterne an der Wand unter, links auf, aber die Erde bleibt immer gleich weit von der rechten und linken Hand und also auch stets im Zenit, d. h. in der Richtung unserer Nase. Haben wir eine Viertelumdrehung gemacht, so steht nun die Sonne in der Richtung unserer linken Hand; sie geht auf, aber die Erde bleibt immer unserer Nase zugekehrt im Zenit stehen. Sie bewegt sich gar nicht am Himmel des Mondes zwischen Osten und Westen weiter, sondern bleibt in bezug auf seinen Horizont, der durch unsere ausgestreckten Arme angedeutet ist, unbeweglich. Dagegen wird sie nun von der Sonne, die eben aufgeht, nur noch halb beleuchtet, wir haben letztes Erdbiertel. Wir sehen sie auch vor ganz andern Sternen.

Wäre unser Zimmer viereckig, und entspräche die zuerst der Erde gegenüber gefundene Wand dem südlichen Sternenhimmel, so sähen wir nun die Erde in dem vorher im Osten aufgegangenen. Die Sterne und die Sonne gehen auf dem Mond ebenso im Osten auf und im Westen unter wie auf der Erde, nur im Laufe eines Monats einmal. Nur die Erde tut dies nicht. Wir wandern nun immer weiter um sie herum. Die Sonne rückt der Erde am Himmel immer näher. Die Erdsichel wird immer kleiner. Endlich tritt die Sonne ganz nahe



Abb. 3. Sonnenfinsternis auf dem Monde.

an die Erdscheibe und kriecht langsam hinter sie. Auf der Erde hatten wir gefunden, daß die scheinbare Scheibe der Sonne ungefähr ebenso groß war als die des Mondes. Da nun die Sonne an 400mal weiter von uns entfernt ist als der Mond, so macht der kleine Entfernungsunterschied bei der Verwechslung unseres Beobachtungsstandpunktes für ihre scheinbare Größe nichts aus. Sie ist daher auf dem Monde auch scheinbar  $31\frac{1}{2}$ mal kleiner als die Erde und kann sich also völlig hinter ihr verkriechen. Wir erleben eine Sonnenfinsternis auf dem Monde (Abb. 3). Der Erdglobus kann dabei das Mondgesicht vollkommen beschatten. Wir sehen dann auf der Erde eine totale Mondfinsternis.



nis. Da die Rückseite des Mondes um diese Zeit sowieso in Dunkelheit gehüllt bleibt, weil von der Sonne abgekehrt, so ist nun der Mond überhaupt und für jeden Standpunkt im



Abb. 4. Irdische Mondfinsternis.

Weltall verdunkelt. Die Mondfinsternisse sind kosmische Ereignisse, im Gegensatz zu den Sonnenfinsternissen, von denen wir ja schon wissen, daß sie selbst auf der Erde nicht überall gleichzeitig in gleicher Weise gesehen werden.

Wie wir nun schon vorhin aus dem Anblick des Mondes von der Erde Schlüsse auf den der vom Monde aus gesehenen Erde zogen, so wollen wir uns zunächst eine irdische Mondfinsternis etwas näher ansehen (Abb. 4). Wir beobachten dabei, wie sich über die Scheibe des Vollmondes etwas wie eine dunkelrote Glasscheibe (von ungefähr dreimal größerem Durchmesser als die des Mondes) langsam hinzieht, so daß also die Flecken in seinem verfinsterten Antlitz dennoch blaß sichtbar bleiben. Bei verschiedenen Finsternissen ist die Färbung dieser roten Scheibe stets verschieden. Es kommt vor, daß der Mond fast ganz verschwindet, während er zu andern Zeiten in tiefrotem Lichte verhältnismäßig stark strahlt. Woher mag dieses Licht wohl kommen? Die dunkle Scheibe ist offenbar der Schatten der Erde, das haben wir bei unserm Experimente deutlich erkannt. Wie aber gelangt das rote Licht in diesen Schatten? Eine etwas sorgfältigere Beobachtung auf der Erde gibt uns die Antwort. Zuweilen kommt es nämlich vor, daß der Mond völlig verfinstert aufgeht, während ihm gegenüber die Sonne noch nicht untergegangen ist, sondern erst ganz nahe dem Westhorizonte steht. Dies scheint doch aber unmöglich, da wir in diesem Falle eine gerade Linie von der Sonne bis zum Monde hinziehen können, die die Erde nur streift. Die Sonnenstrahlen sind also scheinbar gar nicht behindert, bis zum Monde zu gelangen, den wir dennoch verfinstert vor Augen sehen. Der Widerspruch löst sich sofort, wenn wir an allen Gestirnen wahrnehmen, daß ihr Licht, entsprechend allgemeinen-Gesetzen der Lichtbrechung, in unserer irdischen Atmosphäre einen krummen Weg zurücklegt, umgebogen wird, so daß Sonne wie Mond in Wirklichkeit noch nicht aufgegangen, beziehungsweise schon völlig untergegangen sind, wenn wir sie scheinbar noch über dem Horizonte sehen, indem sie mit dem unteren Teile ihrer Scheibe den Horizont eben berühren. Wir haben die Erscheinung der sogenannten atmosphärischen Refraction (Strahlenbrechung in der Luft) vor uns, die ihren Grund in der ungleichen Dichte der Luftschichten hat. Die Sonnenstrahlen vermögen in unserm Falle einer Mondfinsternis am Horizonte also wohl noch, wenn auch stark abgeschwächt, bis zu uns zu gelangen, jedoch nicht mehr bis zum Monde, weil

sie dafür zu stark gekrümmt werden. Wohl aber können die Strahlen der Morgen- und Abenddämmerung sich noch in den Erdschatten verirren, und diese sind es, die ihn rot färben. Da aber die Lebhaftigkeit der Dämmerungsfarben von den jeweiligen meteorologischen Verhältnissen abhängt, so erklärt es sich sehr einfach, daß das rote Licht des verfinsterten Mondes so verschieden ausfällt.

Es folgt hieraus aber noch eine andere Erscheinung, die wir als Mondbeobachter an der Erde notwendig bei solcher Gelegenheit wahrnehmen müßten, und dies führt uns nun wieder auf unsern dortigen Standpunkt zurück. Die rote Beleuchtung der Mondoberfläche kann ja nur vom Lichte der Dämmerungszone herrühren, die in solchen Augenblicken die sonst als „Neuerde“ völlig dunkle Erdscheibe als leuchtend roten Ring umgibt. Es muß ein herrliches Himmelschauspiel sein, für das wir am Himmel der Erde keinen Vergleich kennen. Eine mächtige Scheibe, dreimal größer als die Sonne, welche jetzt von ihr verfinstert wurde, hängt am tiefsschwarzen Himmel, der mit Sternen übersät ist wie bei uns in der tiefsten Nacht. Vor dem Beginn der Finsternis war noch eine schmale Sichel der Erdscheibe der Sonne zugekehrt, ihr übriger Teil aber blieb schwach sichtbar, solange das Sonnenlicht noch den Mond so trifft, daß er als Vollmond auf die Erde scheinen kann. Wir sehen vom Monde aus diesen Mondschein auf der Erdscheibe sehr deutlich, ebenso wie wir von unserm Planeten den „Erdschein“ auf der Mondscheibe erkennen, wenn kurz vor oder nach dem Neumond nur eine schmale Sichel sichtbar ist. Sobald nun für unsern Standpunkt auf dem Monde die Sonne ganz hinter der Erdscheibe verschwunden ist, erscheint jener glühend rote „Erdring“ und beginnt rings um uns her die Oberfläche des Mondes mit rosigem Lichte zu übergießen.

Dies alles, und was ich nun noch von dem Verlauf dieses Himmelschauspiels zu erzählen habe, muß so sein, es ist kein Phantasiegemälde eines Jules Verne, und wenn ich seinerzeit — es sind nun bald zwanzig Jahre seitdem vergangen — im wissenschaftlichen Theater der Berliner Urania dieses Schauspiel in seiner ganzen dramatischen Wirkung so vor Augen führte, als ob die Zuschauer sich wirklich auf dem Monde befänden,

so konnte ich als verantwortlicher Redakteur meiner Sache so sicher sein, als hätte ich meine Herren Dekorationsmaler wirklich leibhaftig auf den Mond geschickt, um die Skizzen dazu zu entwerfen. Ebenso lassen sich auch die diesem Werkchen beigegebenen „idealen“ Mondlandschaften als der Wahrheit entsprechend verbürgen.

Nicht nur, nachdem die Sonne hinter die Erdscheibe getreten war, sondern schon während des ganzen Spiels der himmlischen Bewegungen, die wir bisher vom Monde aus beobachteten, fiel es uns auf, daß der Himmel wohl dieselben Sterngruppen aufwies, die uns von der Erde her bekannt sind, sie jedoch fortwährend in ungeschwächtem Glanze zeigte, ob nun die Sonne über oder unter dem Horizonte stand. Anders als es uns vom Monde aus jener rosige Dämmerchein um die Erde verrät, vollzieht sich dort der Übergang zwischen Tag und Nacht. Es gibt keine Dämmerung auf dem Monde und auch kein mildes Himmelsblau. Höchst seltsam und wunderbar mutet es uns an, und wir fühlen uns deshalb schon bei unserm nächsten Himmelsnachbarn auf einer uns völlig fremdartigen Welt, wenn wir wahrnehmen, wie nach Sonnenaufgang ganz plötzlich gresle Tageshelle die schwärze Nacht ablöst. Unsere Abbildung auf S. 5 gibt einen Begriff dieser landschaftlichen Wirkung. Trotzdem nun die uns unmittelbar umgebende Mondoberfläche sogleich nach Anbruch des Tages im blendendsten Sonnenlichte strahlt, bleibt doch der Himmel ebenso tief dunkel, wie er in der Nacht war; kaum daß in der nächsten Umgebung der Sonne, teils durch die überstrahlende Wirkung ihrer allzugroßen Lichtfülle, teils auch infolge ihrer eigenen leuchtenden Atmosphäre, die weit in den Weltraum hinausreicht, der Himmelsgrund etwas aufgehellt erscheint.

Der Grund dieser eigentümlichen Erscheinung ist der gänzliche Mangel an nachweisbaren Mengen von Luft auf dem Monde. Nach unsern vorhin mitgeteilten Erfahrungen mit der irdischen Atmosphäre wird es uns leicht fallen, dafür den Beweis zu liefern. Wir sahen ja bei uns, daß die Lichtstrahlen aller Himmelskörper etwas um die Erde herumkrochen, so daß z. B. Sonne und Mond 2 bis 3 Minuten früher auf- und ebensoviel später untergehen, als es geschehen würde, wenn

die Erde keine Atmosphäre hätte. Wir brauchen nun gar nicht auf den Mond zu gehen, um bei ihm Sterne auf- und untergehen zu sehen. Er bewegt sich ja unter ihnen an unserm Himmel weiter und verdeckt sie dabei gelegentlich. Ihr Verschwinden oder ihr Wiedererscheinen am jeweilig dunklen Rande des Mondes läßt sich sehr genau beobachten. Man sieht sie dann stets ganz plötzlich verschwinden, als wenn ihr Licht mit einemmal ausgeblasen würde, und ebenso schnell flammt es wieder auf, wenn der Mond entsprechend vorgeschritten ist. Man kann nun natürlich leicht aus der bekannten Größe der Mondscheibe und ihrer Bewegung vor den Sternen berechnen, wie lange solcher verdeckt bleiben muß. Diese auf rein geometrischem Wege gefundene Dauer der „Verdeckung“ könnte aber mit der beobachteten nicht übereinstimmen, wenn die Lichtstrahlen am Mondrande durch Brechung in einer dortigen Atmosphäre wie bei der Erde abgelenkt würden. In Wirklichkeit findet man aber keinen solchen Unterschied zwischen Beobachtung und Rechnung. Der Mond besitzt also keinerlei gasige Hülle von merkbarer Dichtigkeit, denn jedes Gas, welcher Art es auch sein möge, würde eine solche Ablenkung der Lichtstrahlen bewirken müssen. Auch diese Eigentümlichkeit der Welt unseres Begleiters hat der menschliche Forscherblick mit Sicherheit erkannt. Da wir aber weiter wissen, daß die blaue Farbe des Himmels und das diffuse, nach allen Seiten hin zerstreute Tageslicht überhaupt nur eine Folge der sich in der Luft fangenden Sonnenstrahlen sind, so muß notwendig der Himmel des Mondes auch am hellen Tage schwarz bleiben wie in der Nacht, und das Licht der Sterne kann nicht überstrahlt werden durch das der Sonne, außer in ihrer nächsten Umgebung. Eine Annäherung an diese Verhältnisse beobachten wir auch schon auf der Erde, wenn wir uns auf hohe Berge begeben, wo nur noch weniger Luft über uns liegt als in der dunstigen Ebene. Je höher wir hinaufsteigen, desto tieferes Blau zeigt der Himmel, und in der Nacht zeigen sich viel mehr Sterne, als das freie Auge jemals unten zu sehen vermag.

Nach dieser neuen Erfahrung von der Luftlosigkeit des Mondes müßten wir also, selbst wenn es unsern alles ver-

mögenden Ingenieuren gelänge, eine materielle Brücke bis zu dieser Nachbarnwelt zu bauen, auf deren Besuch verzichten, wenigstens bis man es fertig gebracht hat, durch den widerstandslosen leeren Raum sicherer zu fahren als in unsern Unterseebooten durch das schwere Element des Wassers. Wir müssen uns mit dem Sehstrahl begnügen, der als schnellstes aller Behülsen in die Weltfernbahnstationen unserer Teleskope einläuft. Sehen wir zu, wie weit die Linse unseres Auges im Verein mit den Linsen des Fernrohrs uns sicher zu tragen vermag!

Um wieviel näher kann uns ein Fernrohr die himmlischen Gegenstände bringen? Wieviel also vergrößert ein modernes Fernrohr? Eine einfache Antwort auf diese einfache Frage würde im allergünstigsten Falle lauten: etwa 4000mal. Um ebensoviel rückt ein solches Fernrohr uns also den Mond näher. In runden Tausendern ist er 400 000 km entfernt; in unsern besten Fernrohren können wir uns ihm demnach bis auf 100 km nähern. Wir haben mit Hilfe solcher Rieseninstrumente zwar einen ungeheuern Weg zurückgelegt, aber die immerhin noch für irdische Verhältnisse recht bedeutende Strecke von 100 km bleibt doch unüberbrückbar. Und selbst diese alleräußerste Grenze der Annäherung ist nur sehr selten erreichbar. Zunächst gehören dazu Fernrohre von so gewaltigen Dimensionen, daß nur einige wenige amerikanische Krösusse imstande waren, solche erbauen zu lassen. Es mag hier vielleicht als Zwischenbemerkung angebracht sein, die ganz einfache Regel anzugeben, nach der man die vergrößernde Kraft eines Fernrohrs und danach seine Dimensionen berechnen kann.

Die maximale Vergrößerung eines Fernrohrs hängt nämlich einzig und allein von seiner Länge ab. Die Vergrößerung selbst setzt sich aus der des Objektivs, also des großen Glases am oberen Ende, und der des Okulars unten zusammen. Das Objektiv erzeugt in seinem „Brennpunkte“ ein um so größeres Bild, je weiter dieser Brennpunkt von ihm entfernt ist, und zwar ist das Brennpunktbild um so viel vergrößert, als jene „Brennweite“ des Objektivs größer ist als die Brennweite unseres Auges, in der wir einen Gegenstand deutlich sehen. Diese beträgt für ein normales Auge

250 mm. Ein Fernrohr von  $2\frac{1}{2}$  m Brennweite besitzt also eine „Objektivvergrößerung“ von  $2500:250 = 10$  fach. Dieses Bild vergrößern wir nun noch durch das Okular, das nichts anderes ist als eine Lupe. Diese vergrößert genau umgekehrt wie beim Objektiv sovielmal mehr, als ihre Brennweite in 250 mm enthalten ist. Man hat nun bis jetzt für Fernrohre noch kein mit Vorteil anzuwendendes Okular konstruieren können, das eine geringere Brennweite wie 5 mm besäße. Dessen Vergrößerung beträgt  $250:5 = 50$  fach, und dies ist also heute das Maximum der Okularvergrößerung. Mit dieser haben wir die Objektivvergrößerung zu multiplizieren, um die Gesamtvergrößerung des Fernrohrs zu erhalten. Für unser Fernrohr von  $2\frac{1}{2}$  m kommt somit 500 heraus. Aus dem vorangehenden folgt dann weiter die einfache Regel, daß wir die Brennweite des Objektivs nur durch die des angewandten Okulars zu dividieren haben, um die Gesamtvergrößerung zu erhalten. Nennen wir die erstere  $f$ , die andere  $f_1$ , so haben wir also die Vergrößerung  $V = \frac{f}{f_1}$ , und bei einem solchen Bruche wissen wir, daß er um so größer wird, je größer der Zähler, das heißt in unserm Falle das Fernrohr, oder je kleiner der Nenner, die Brennweite des Okulars, gemacht wird. Wir wissen schon, daß wir für die letztere bereits das Maximum, 5 mm oder 50fache Vergrößerung erreicht haben; die größten Fernrohre aber haben etwa eine Länge von 20 m erreicht, die also eine 80fache Vergrößerung ergeben, das macht mit dem Fünfmillimeterokular zusammen jene 4000fache höchst-erreichte Vergrößerung.

In der Praxis zeigt sich jedoch, daß solche Vergrößerungen am Himmel überhaupt nicht mehr anzuwenden sind. Die Luft über dem Fernrohr spielt bei ihrer beständigen Unruhe, ihrer ungleichförmigen Erwärmung und Dichtigkeit mit den Lichtstrahlen förmlich Fangball; bei stärkerer Vergrößerung sieht man sie regellos hin und her tanzen, und das noch so stark bewaffnete Auge nimmt nichts mehr deutlich wahr. Nur in sehr seltenen Augenblicken besonderer Ruhe der Atmosphäre kann man in den besten, auf hohen Bergen oder sonst unter besonders günstigen Verhältnissen aufgestellten Fernrohren eine

mehr als tausendfache Vergrößerung mit Vorteil anwenden, meist aber begnügt man sich für die Beobachtung des Mondes und der Planeten mit einer 500fachen Vergrößerung, die uns also, wie wir oben sahen, bereits ein Fernrohr von  $21\frac{1}{2}$  m Brennweite zu bieten vermag.

Die Vergrößerung aber tut's nicht allein; es kommt auch noch die Lichtstärke des Fernrohrs in Frage. Wir wollen uns auch mit dieser noch einen Augenblick befassen, denn wir müssen die Eigenschaften des Behelfs, mit dem wir uns auf die Reise begeben wollen, doch etwas näher kennen lernen, ehe wir uns ihm anvertrauen. Auch hoffe ich, daß diese Schrift dem so äußerst interessanten Studium des Mondes neue Freunde zuführen wird, die auf diesem Gebiete der Forschung die wichtigsten Dienste zu leisten imstande sind, auch wenn ihnen keine andern Hilfsmittel als ein nicht eben großes, aber zweckentsprechendes Fernrohr und etwas Ausdauer zu Gebote stehen.

Die Lichtstärke eines Fernrohrs oder auch eines photographischen Apparates bemißt sich allein nach dem Verhältnis des Durchmessers des Objektivs zu seiner Brennweite. Je größer das Auge, desto kräftiger das Bild. Es gibt photographische Fernrohre mit dem „Öffnungsverhältnisse“  $1:21\frac{1}{2}$ . Unser Fernrohr von  $21\frac{1}{2}$  m Länge müßte danach ein Objektiv von einem Meter Durchmesser haben. Für Fernrohre aber kann man aus technischen Gründen soweit nicht gehen, und es stellt sich auch nicht als notwendig heraus. Für den Mond im besonderen steht uns ja Licht genug zur Verfügung, das wir nicht erst noch künstlich wesentlich zu verstärken brauchen. Für die lichtschwachen Objekte am Himmel aber kommt die photographische Forschungsmethode zu Hilfe, mit der man die Lichtwirkung durch stundenlange Exposition sich beliebig summieren lassen kann. Bei Fernrohren mittlerer Größe pflegt man deshalb nicht über ein Öffnungsverhältnis von  $1:12$  hinauszugehen, das macht also für unser maximal 500fach vergrößerndes Fernrohr von  $21\frac{1}{2}$  m eine Objektivöffnung von 208 mm. Es ist ein sogenannter „Achtzöller“, da man, einem alten Gebrauch folgend, die Fernrohre nach dem Durchmesser ihres Objektivs in Zollen zu bezeichnen pflegt. Unter guten atmosphärischen Verhältnissen leistet solch ein Acht-



zöller bei Beobachtung des Mondes und der Planeten so ziemlich das Beste, das man überhaupt von einem Fernrohr verlangen kann, aber auch mit einem Sechszöller wird man dieser Grenze schon ziemlich nahekommen. Unter dem wunderbaren Himmel von Capri habe ich mit einem allerdings ganz vorzüglichen Vierzöller von Zeiß in Jena auf dem Monde manche Einzelheiten gesehen, die nur auf den besten Karten verzeichnet sind.

Für unsere Reise nach dem Monde müssen wir also für gewöhnlich mit 500facher und höchstens einer noch einmal so starken Vergrößerung vorliebnehmen. Das erlaubt eine Annäherung auf 800 oder höchstens 400 km. Von Stuttgart liegt der Montblanc etwa 400 km, Rom 800 km entfernt. In so respektvoller Entfernung müssen wir also immer noch von der Mondoberfläche bleiben, und es mag deshalb dem Leser kaum glaublich erscheinen, was wir vorhin von einer derart genauen Kartographierung des Mondes gesagt haben. Wir wollen uns deswegen mit diesen Grenzen des für unser Auge auf dem Monde Erreichbaren noch etwas eingehender befassen.

Es wird einleuchten, daß sich uns für das Erkennen der Einzelheiten auf der Mondoberfläche im Vergleich mit dem Sehen in die Ferne auf unserer Erdoberfläche ganz erhebliche Vorteile bieten. Zunächst sehen wir dort die Dinge aus der Vogelperspektive, die einen besseren Überblick gestattet. Dann haben wir keine dicken, stauberfüllten Luftschichten zu durchdringen, und die Beleuchtung selbst wird auf der Mondoberfläche durch die fehlende Luft viel schärfer. Der Unterschied ist zu vergleichen mit der Beleuchtung durch gewöhnliches Lampenlicht und durch intensives elektrisches Bogenlicht. Wir wollen nun zunächst festzustellen suchen, wie groß ein Gegenstand auf dem Monde sein müßte, damit wir ihn aus einer Entfernung von 800 km noch mit dem bloßen Auge unterscheiden können, wenn ihm die Vorteile einer ungehinderten Sonnenbeleuchtung zustehen, wobei wir von einer Erhabenheit des Gegenstandes über dem allgemeinen Niveau noch absehen wollen. In deutlicher Sehweite muß ein Gegenstand mindestens  $1 \frac{1}{10}$  Millimeter groß sein, damit man ihn als Punkt unterscheidet: um aber von seiner Form eine merkliche Andeutung zu bekommen,

muß er mindestens noch einmal so groß sein. Da die scheinbare Größe jedes Gegenstandes im einfachen Verhältnis zu der Entfernung steht, so finden wir durch eine Regelbetrachtung, um wieviel wir unsern Gegenstand vergrößern müssen, wenn wir ihn statt aus 250 mm, der Entfernung deutlichen Sehens, in 800 km rücken und dabei ebenso deutlich erkennen wollen. Unser Zehntelmillimeter wird dann zu 320 Metern. Dies ist also etwa die geringste Ausdehnung, die ein Gegenstand auf dem Monde haben muß, damit man ihn bei 500facher Vergrößerung eben noch als Punkt erkennt. Will man aber irgendeine Form an ihm unterscheiden, so muß er die doppelte Ausdehnung haben. In ganz außergewöhnlichen Fällen, wenn man ein sehr großes Instrument bei sehr gutem Luftzustande ganz ausnützen kann, wird man einen allseitig etwa 100 m ausgedehnten Gegenstand noch auf dem Monde wahrnehmen können.

Diese Verhältnisse werden nun aber sehr viel günstiger für Reliefgestaltungen, Berge und Täler, die ja in unserm Falle besonders in Frage kommen. Sie verraten sich durch ihre Schatten viel leichter, und diese Schatten sind auf dem Monde von ganz ungemeiner Schärfe. Wenn die Sonne beim Auf- oder Untergange in ganz schrägen Strahlen über einem Hügel hinstreift, kann dessen Schatten leicht zwanzigmal länger werden, als der Hügel hoch ist. Das mag die nebenstehende, nach dem Versuch des englischen Mondforschers Maskelyne her-



Abb. 5. Schattenwerfende Erde.

gestellte Zeichnung veranschaulichen, die den Schatten einer halben Erde darstellt (Abb. 5). Bei einer

solchen zwanzigfachen Vergrößerung der Spur eines Gegenstandes kommen wir also nun schon auf Anhöhen von nur rund 30 m herab, die wir durch ihre Schattenwürfe zu erkennen vermögen. Da man nun die Berg Höhen auf dem Monde durch die Länge ihrer Schatten mißt und diese Messungen vielfach wiederholen kann, so wird man es nunmehr wohl glauben, daß die Höhe eines Mondberges aus einer Reihe von Messungen wirklich bis auf zehn oder wohl auch noch weniger Meter genau zu bestimmen ist.

Bergegenwärtigen wir uns nun einmal, wieviel wir wohl

mit unsern optischen Hilfsmitteln von der Welt des Mondes aufzudecken erhoffen dürften, wenn sie der unsrigen ähnlich wäre. Wenn auch eine Ausdehnung von 300 m, die ein Gegenstand dort haben muß, damit wir eine erste Spur von ihm sehen, falls er keine langen Schatten wirft, schon recht beträchtlich zu nennen ist, so könnten wir doch schon bei dieser Begrenzung eine Menge kultureller Einrichtungen, wie wir sie auf der Erde besitzen, mit aller Deutlichkeit auf unserm Nachbarn wahrnehmen. Die ausgedehnten Städte würden sich durch eine verschiedene Färbung von der landschaftlichen Umgebung abheben, Wald und Feld würden in unsern Zonen den Wechsel der Jahreszeiten verraten, unsere großen Dampfer, wenn gleich an der Grenze der Sichtbarkeit, würden sich doch durch ihre Bewegung bemerkbar machen, so daß man ihren Kurs verfolgen könnte. In der Nacht würden die Städte mit ihrer elektrischen Beleuchtung als helle Flecke hervortreten, kurz, durch eine Fülle von Erscheinungen müßte sich die Intelligenz der Bewohner kundgeben. Auch ihre großen Bauwerke müßte man wahrnehmen, besonders, wenn sie isoliert stehen. Die Pyramiden, etwa 150 m hoch, können einen 3 km langen Schatten über den hellen Wüstenand hin strecken. In unserm 500mal vergrößernden Fernrohr würde er auf dem Monde so groß erscheinen wie ein Millimeter aus deutlicher Sehweite, den man gewiß nicht mehr übersehen könnte. Die Riesenarbeit der Nilstaumwerke bei Assuan hätte man aus der Mondentfernung in ihren Fortschritten zu verfolgen vermocht, und wenn einmal in den leider noch unvermeidlichen Kriegen die Völker ihre Kräfte in der blutigen Wagschale der Schlachten abmessen, dann würde man die Bewegungen der Heere und mit Schauern auch die brennenden Ortschaften hinter ihnen und all das zerstampfte Glück einst blühender Felder erkennen.

Noch unzweifelhafter würde die Natur der Erde sich uns offenbaren, die unermüdlich immer wieder die Wunden heilt, die die Unvernunft des Menschengeschlechtes schlug. Meere und Länder würden sich in ihren Umrissen deutlich abzeichnen, die beiden Schneekappen der Pole sich in ihrer wechselnden Größe glänzend abheben. In den Meeren würde sich die Sonne als scharf strahlender Punkt spiegeln und dadurch unzweifel-

haft verraten, daß wirklich Wasser in ihren Becken eingeschlossen ist. Wir würden auch sehen, wie die Ströme in diese Meere münden, ist doch der Amazonasstrom an seiner Mündung mindestens 15 km breit. Wir würden die Launen des wechselnden Wetters verfolgen können, die Wirbelstürme mit ihren dunkeln Wolkentrichtern würden ihre Straßen vor unsern Augen ziehen, das Ausleuchten der Blitze könnte uns nicht entgehen. Die Gestaltung der festen Erdrinde müßten wir ganz besonders eingehend studieren können. Wir würden sofort erkennen, wie die Gebirge der Erde zumeist in langen Reihen geordnet sind, während nur selten isolierte Berggipfel auftreten. Selbst die alleinstehenden Vulkanberge reihen sich meist längs der großen Erdrücken, die die Spaltensysteme der Erdkruste bezeichnen. Diese Feuerberge selbst müßten natürlich gleichfalls wahrzunehmen sein. Der Ätna, einer der bedeutendsten unter ihnen, mit seinen 3300 m Erhebung direkt über dem Spiegel des Mittelländischen Meeres, könnte leicht einen Schatten werfen, der unter den zugrunde gelegten Bedingungen mehr als 1 cm groß erschiene. Dagegen würde sein Kraterloch selbst an seinem oberen Rande, da wir es nicht durch Schattenwurf unterscheiden könnten, an der Grenze der Sichtbarkeit bleiben. Andere irdische Vulkane haben freilich größere „Keisels“ erzeugt. Die größten darunter sind wohl die sogenannten „Calderen“ des Mauna Loa auf Hawaii mit 6 km und die auf der Insel Palma mit 7 km Durchmesser. Sie würden immer nur etwa 2 mm groß auf einem wie oben erzeugten Mondbilde erscheinen, das den ganzen Mond etwa einen Meter groß darstellte. Wenn aber den Flanken solcher Berge Lavaströme entquollen, so würden sie, namentlich in der Nacht, sehr deutlich zu uns herüberleuchten. Der vorerwähnte Mauna Loa hat Lavaströme von 6—7 km Breite und 72 km Länge ausgestoßen. (Man lese hierüber meine Kosmoschrift „Erdbeben und Vulkane“, Seite 90.)

Eine Fülle der verschiedensten Erscheinungen müßte uns noch entgegentreten, die uns beweisen würde, daß der Weltkörper, den wir gleichwohl nur aus jener respektablen Entfernung von einigen hundert Kilometern beobachten können, voll lebendiger Wechselwirkung ist, und daß ein beständiges

Werden und Vergehen seinem Antlitz einen stets wechselnden Ausdruck gibt.

Um nun zu erforschen, wie in Wirklichkeit dieses Antlitz des Mondes beschaffen ist, und wie es sich etwa verändert, wird man sich, so sollte man meinen, wohl am besten der Photographie bedienen, die allein nur ein völlig zuverlässiger Zeichner ist. Sehen wir also zu, wie uns diese behilflich sein kann, um uns auf dem Weltkörper zu orientieren, den wir besuchen wollen!

Es hat seine großen Schwierigkeiten, den Mond zu photographieren, weil er nicht stillsteht, sondern unerschütterlich seinen Weg am Himmel weitergeht. Zwar kann man im Sonnenschein selbst galoppierende Pferde auf der Platte ganz scharf festhalten, vorausgesetzt, wir haben das nötige Licht, so daß eine Expositionszeit von einer  $\frac{1}{1000}$  Sekunde oder noch weniger genügt, während der sich die Abbildung des bewegten Objektes auf der Platte noch nicht merklich verschoben hat. Diese Bedingung wird offenbar einerseits durch eine gewisse Grenze der wirklichen Geschwindigkeit des Objektes, andererseits durch die Größe seiner Abbildung im Apparat erfüllt. Je größer das Bild, desto größer auch seine Verschiebung bei ein und derselben Geschwindigkeit. Je kleiner also das Bild, desto mehr Wahrscheinlichkeit hat man immer, bewegte Objekte auf ihm noch scharf zu erhalten. Darauf beruht der Vorteil der Apparate mit kleiner Brennweite für Momentaufnahmen. Den Nachteil der Kleinheit des Bildes kann man ja bei der erzielten Schärfe bis zu einem gewissen Grade durch nachträgliche Vergrößerung wieder wettmachen. Für eine gegebene Geschwindigkeit, wie beim Monde, kann man also berechnen, wieviel Belichtungszeit noch zulässig ist, damit ein Mondbild von bestimmter Größe sich innerhalb dieser Frist noch nicht zu weit auf der Platte verschoben habe. Nun hat der Mond am Himmel zunächst die scheinbare Bewegung, die er wegen der täglichen Umdrehung der Erde mit allen andern Gestirnen teilt, und dazu noch seine eigene um die Erde, die er bekanntlich in etwa 80 Tagen ausführt. Die genauen Zahlen dieser Bewegung interessieren uns hier nicht. Vermöge der täglichen Umdrehung der Erde bewegt sich der Mond in etwa 2 Minuten um seinen eigenen Durch-

meßer weiter, infolge seiner eigenen Bewegung aber 30mal langsamer, also in einer Stunde, und zwar in umgekehrter Richtung, von West nach Ost. Ist unser Instrument fest aufgestellt und soll es ein Mondbild von 10 cm Durchmesser derart scharf zeichnen, daß innerhalb eines Zehntelmillimeters keine Unschärfe zu bemerken ist, mit andern Worten, soll das Bild sich auf der Platte nicht mehr als um diesen Betrag bewegen, so ergibt sich aus dem Vorgegangenen eine maximale Belichtungszeit von  $\frac{1}{12}$  Sekunde. In einer so kurzen Zeit zeichnet aber der Mond sein Bild nicht auf die empfindlichste Platte. Sein Licht ist 570 000mal schwächer als das der Sonne. Selbst in den lichtstärksten Apparaten wird man mindestens eine oder selbst mehrere Sekunden zu einer solchen Aufnahme bedürfen. Wir wissen ferner, daß die Lichtstärke der Fernrohre meist, zugunsten eines größeren Bildes, eine geringere ist als die unserer photographischen Apparate. Nun befinden sich aber auf einem Mondbilde von 10 cm bei weitem nicht so viele Details, als man mit einem Fernrohr von selbst nur etwa 4 Zoll Öffnung sehen und zeichnen kann. Die nachträgliche Vergrößerung nützt in diesem Falle fast gar nichts. Unser Bild ist ja nur bis auf einen Zehntel Millimeter scharf. Vergrößern wir es auf das Zehnfache, so würde eine Linie von dieser Ausdehnung 1 mm dick werden. Die so erhaltene Mondkarte von einem Meter Durchmesser würde also gewissermaßen mit einem Griffel gezeichnet sein, der keine dünneren Striche als solche von 1 mm Breite herstellen kann.

Da der Mond also durchaus nicht die genügende Zeit stillsteht, um photographiert zu werden, bleibt uns nichts anderes übrig, als ihm mit unserm Instrumente zu folgen. Die größeren Fernrohre sind ja längst schon durch ein Uhrwerk derart eingerichtet, daß sie der täglichen scheinbaren Bewegung des Himmelsgewölbes folgen. Man kann die Geschwindigkeit des Triebwerkes verändern, so daß es möglich wird, das Instrument auch der andern, eigenen Bewegung des Mondes zugleich mit folgen zu lassen. Ließe sich dies vollkommen genau erreichen, dann wäre der Belichtungszeit für eine Mondaufnahme keine Grenze gesetzt. Aber es gibt kein von Menschenhand

erbautes Uhrwerk, das der absoluten Präzision des himmlischen auch nur nahekäme. Man hat sich für die Himmelsphotographie damit helfen müssen, daß man ein zweites, dem photographischen möglichst identisches Fernrohr mit dem ersten fest verbindet. In dem einen stellt man einen möglichst kleinen, aber noch gut sichtbaren Stern hinter die Kreuzung zweier Spinnenfäden und sorgt nun durch beständige Beobachtung und Verschiebung des Fernrohrs mittels feiner Stellschrauben dafür, daß der „Leitstern“ während der Belichtung an derselben Stelle bleibt. Auf den Mond ist aber diese Korrektionsarbeit nicht anwendbar, weil bereits die kurze Zeit, die zwischen dem Bemerken des Fehlers der Uhr und der Verbesserung verfließen muß, groß genug wäre, um auf der Platte eine Verschommenheit hervorzubringen. Außerdem bliebe die beständige Unruhe der Luft, die ja oft schon beim direkten Anschauen durch das Fernrohr die Sterne in starker Bewegung erscheinen läßt, ein unüberbrückbares Hindernis, selbst wenn man tadellose Uhrwerke erzeugen könnte. Man muß also doch, um diesen Fehlern einen kleinsten Spielraum zu lassen, auf kleine Belichtungszeiten zurückgehen. Da es aber ebenso wertvoll ist, von vornherein ein recht großes Bild zu erhalten, so bleibt nichts übrig als ein Kompromiß, bei dem sich die Geschicklichkeit des Photographen zu bewähren hat.

Bis vor einigen Jahren beschränkte man sich auf die direkte Aufnahme des Bildes, das vom Objektiv allein im Brennpunkte des Fernrohrs erzeugt wird, weil man hierbei die größte Lichtstärke zur Verfügung hat. Die Größe dieses Brennpunktbildes ist direkt abhängig von der Brennweite des Fernrohrs selbst. Das unseren optischen Betrachtungen auf Seite 21 zugrunde gelegte Riesenfernrohr von 20 m gibt im Brennpunkt den Mond 18,5 cm groß wieder. Mit dem ungefähr 10 großen Refraktor der Verkeßsternwarte bei Chicago sind derartige Mondaufnahmen gemacht worden, wozu bis zu 10 Sekunden Belichtungszeit erforderlich waren. Die hier um ein Geringes verkleinert wiedergegebene Aufnahme ist in Paris mit einem Fernrohre von etwa 18 m Länge in einer Sekunde aufgenommen (Abb. 6).

Pickering von der Sternwarte zu Cambridge (M.-N.) hat



Abb. 6. Parter Mondaufnahme.



eigens zur Photographie des Mondes ein Riesenfernrohr von 41,25 m Brennweite bauen lassen, das horizontal auf dem Boden liegenbleibt, während ein beweglicher Spiegel das Bild des Mondes in das Fernrohr wirft. In ihm hat der Mond einen Durchmesser von 35 cm.

Bei der nachträglichen Vergrößerung solcher Aufnahmen auf das Vier- oder Fünffache, die unbedingt nötig wurde, wenn man auch nur annähernd so viel Einzelheiten auf der Platte erkennen sollte, als man beim direkten Sehen im Fernrohr wahrnimmt, wurde indes deren Korn recht störend. Man hat deshalb in neuerer Zeit mit Erfolg versucht, von vornherein schwache Okularvergrößerungen anzuwenden, wobei freilich eine wesentlich längere Belichtungszeit notwendig wird, so daß man nur mit ganz vorzüglichen Uhrwerken und bei außergewöhnlich ruhigem Luftzustande Aufnahmen erzielen konnte, die einer Mondkarte von einem Durchmesser bis zu  $1\frac{3}{4}$  m entsprechen würden. Natürlich konnten auf diese Weise nur kleine Teile des Mondes festgehalten werden. Die Zusammenfügung vieler solcher Aufnahmen zu einer vollständigen Karte war aber deshalb unmöglich, weil die Beleuchtung und Lage der einzelnen Mondpartien beständig wechselt. Man kehrte deshalb doch zu Aufnahmen von Vollbildern zurück. In Paris werden gegenwärtig nach Fokusaufnahmen Tafeln einzelner Mondgegenden hergestellt, die einem ganzen Monddurchmesser von bis zu 2,7 m entsprechen.

Dies sind gewiß schöne Resultate. Vergleicht man aber diese photographischen Mondkarten, wie sie jetzt an verschiedenen Sternwarten hergestellt werden, mit den Karten, die man schon vor geraumer Zeit mit — gegenüber den modernen Fernrohren — unbedeutenden Instrumenten durch direkte Beobachtung gewann, so sieht man, wie diese immer noch erheblich viel mehr Einzelheiten aufweisen, als selbst die besten photographischen Aufnahmen. Wenn wir z. B. sagen, daß beim direkten Sehen im Fernrohr Gegenstände bis zu 100 m Ausdehnung noch auf dem Monde in günstigen Fällen zu unterscheiden sind, so erkennt man auf den besten photographischen Aufnahmen Gegenstände nicht unter 2000 m Größe.

Die vorzüglichste aller vollständigen Mondkarten ist immer

noch die in 34-jähriger unermüdlicher und sorgfältigster Arbeit unter dem reinen Himmel Athens von Julius Schmidt in den Jahren 1840—1874 hergestellte „Charte der Gebirge des Mondes“. Sie stellt jene Welt im Verhältnis von 1:1800000 dar, so daß also 1 mm auf ihr einer Mondstrecke von 1,8 km entspricht; der ganze Mond hat auf der Karte einen Durchmesser von nahezu 2 m. Schmidt bediente sich zur Vollendung dieses Riesenwerkes, das 1878 auf Kosten des preußischen Unterrichtsministeriums veröffentlicht wurde,

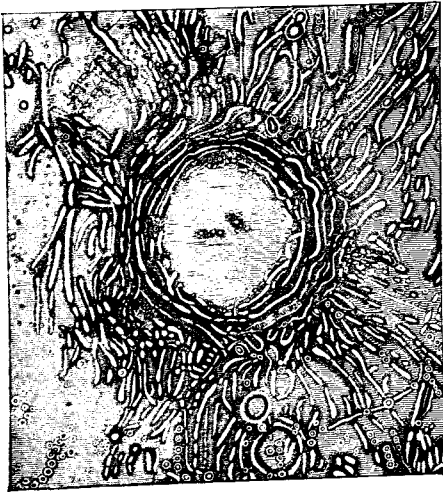


Abb. 7. Ringgebirge Copernicus nach Schmidt.

nur eines nach heutigen Begriffen kleinen Instrumentes von 6 Zoll Öffnung. Andere, vorher erschienene, immerhin vortreffliche Mondkarten von Mädler, Lohrmann u. a. wurden durch diese zwar in den Schatten gestellt, bleiben aber doch wertvolle Dokumente für die vergleichenden Studien.

Inzwischen hat eine Reihe von Forschern, die, fast ausschließlich „Amateure“, d. h. nur aus Liebe zur Wissenschaft, mit eigenen Instrumenten tätig sind, die Arbeit fortgesetzt, jedoch konnten sie immer nur einzelne Gegenden behandeln, da die Bewältigung des ganzen Mondes in noch vollkommenerer Weise, als durch Schmidt, die Kräfte eines einzelnen Menschenlebens überschreiten würde. Hervorzuheben sind in dieser Hinsicht die Arbeiten der Engländer Rasmuth und Carpenter, und die von Reison, dann der Deutschen bzw. Österreicher Hermann J. Klein, Weinek, Krieger und Fauth. Einen eigentümlichen Kompromiß zwischen direkter Beobachtung

und Photographie hatte der leider vor Abschluß seiner Arbeiten verstorbene Krieger in Triest mit schönem Erfolge versucht. Er legte die besten photographischen Aufnahmen zugrunde, vergrößerte sie auf den Maßstab 1:1 000 000, also auf nahezu die doppelte Größe der Schmidtschen Karte, und zeichnete nun in die nur zart kopierten photographischen Tafeln

alles weitere Detail, das er noch am Fernrohr sah, hinein. Durch solche Mithilfe der Photographie hätte die Aufgabe, eine so große Mondkarte herzustellen, vielleicht in einem

Menichenalter bewältigt werden können. Aber Krieger ist einweilen ohne Nachfolger geblieben. Nur Fauth, der auf seinem Privatobservatorium bei Landstuhl mit einem 6- und 7 zölligen In-



Abb. 8. Ringgebirge Copernicus nach Ph. Fauth.

strumente arbeitet, hat sich die Aufgabe gestellt, gleichfalls mit Zuhilfenahme photographischer Vergrößerungen eine noch viel größere Mondkarte herzustellen, und es liegt bereits von dem mit offenbar vorzüglichen Augen und großer Routine ausgestatteten Forscher eine Reihe von Einzeldarstellungen seit 1892 vor, deren Maßstab zum Teil einem Monddurchmesser von nicht weniger als 17,5 m entspricht. Wünschen wir, daß es dem Eifer Fauths gelingen möge, die ungeheure Arbeit zu Ende zu führen!

Es wird nun von Interesse sein, einige dieser kartographischen Darstellungen vergleichend nebeneinander zu stellen, um sie auf ihre Zuverlässigkeit zu prüfen. Ich wähle dazu das große Ringgebirge Kopernikus, das uns auch sonst noch vielfach interessieren wird. Auf unserer Orientierungskarte (S. 88/89) finden wir es in der Abteilung X. (Bei folgenden Anführungen

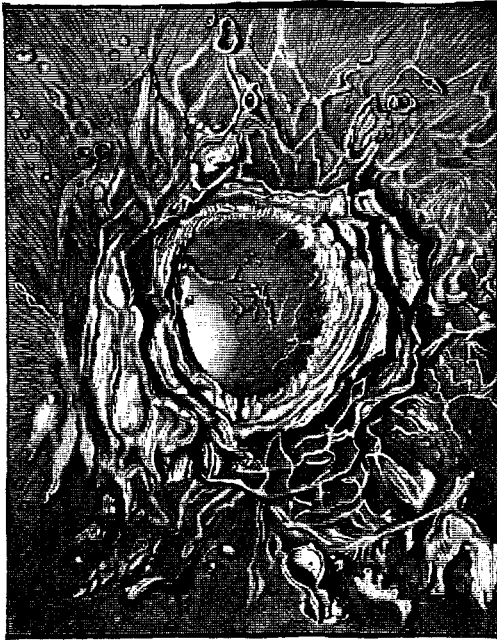


Abb. 9. Kopernikus am 10. Mondtage nach Seechi.

von topographischen Einzelheiten bedeutet die in Klammern gesetzte römische Ziffer (z. B. X) stets die betreffende Abteilung der Karte.) Zunächst ist das imposante Ringgebirge nach der Karte von Schmidt (Abb. 7) in verkleinertem Maßstabe auf S. 32 abgebildet und gleich daneben die Spezialkarte

von Fauth (Abb. 8) in nur wenig größerem Maßstabe. Man sieht auf den ersten Blick, wieviel mehr Einzelheiten diese enthält. Freilich ist hier ganz allgemein zu erwähnen, daß diese Hinzufügungen gegen Schmidt fast immer an der Grenze der Sichtbarkeit liegen, wobei trotz der größten Sorgfalt und Vorzicht leicht Täuschungen unterlaufen können. Solange solche Einzelheiten nicht von einem zweiten unabhängigen Beobachter bestätigt sind, müssen sie immer als zweifelhaft gelten. Andererseits sind einige Details

auf beiden Karten deutlich voneinander verschieden. Man achte z. B. auf den Doppelkrater (ich gebrauche die übliche Bezeichnung, ohne da-

durch vorweg

über den wahren Charakter dieser Gebilde etwas andeuten zu wollen), der auf der Schmidtschen Karte ganz am oberen Rande um etwa ein Drittel ihrer Breite von der oberen rechten Ecke entfernt ist. Bei Schmidt sind es zwei völlig getrennt voneinander stehende

Löcher, bei Fauth aber haben sie eine Verbindung miteinander. Ein Teil der hier zusammenstoßenden Kraterwände ist verschwunden.

Dieser Zustand entspricht der Wahrheit, wie man ohne weiteres auf der photographischen Darstellung der Umgebung des Mare



Abb. 10. Kraterquerchnitt nach Fauth.



Abb. 11. Ringgebirge Kopernikus nach Naismith und Carpenter.

Imbrium von Prinz (Brüssel) sehen kann, die auf Seite 37 wiedergegeben ist, und auf der Kopernikus sich dem oberen Rande nahe befindet. Hier folgen nun noch zwei Darstellungen desselben Gegenstandes, die Reliefnachbildungen wiedergeben. Die erste rührt von dem gelehrten Jesuitenpater Secchi her (Abb. 9), der

seinerzeit Direktor der vatikanischen Sternwarte war (gest. 1878). Das Modell wurde überhöht hergestellt. Aus dem beigegebenen Querschnitt sind die richtigen Verhältnisse zu ersehen (Abb. 10). Daneben stelle ich ein anderes Modell, in einer Beleuchtung photographiert, wie sie der Mond im Fernrohr in einem bestimmten Mondalter zeigt. Wir haben hier also die treue Wiedergabe des Eindrucks, den diese Gegend unter günstigen Bedingungen unserm verschärften Auge darbietet. Dieses schöne Modell (Abb. 11) ist mit einer ganzen Reihe anderer von Nasmyth und Carpenter angefertigt.

Diese vier Darstellungen zeigen sämtlich jenes Mondgebiet in verschiedenem Charakter. Es würde gewiß bedenklich sein, aus ihren Verschiedenheiten zu schließen, daß etwa in Wirklichkeit dort Veränderungen eingetreten sind, eine Frage, die uns noch eingehender beschäftigen wird. In der verwirrenden Menge von Einzelheiten, die schon dieses kleine Gebiet des Mondes aufweist, ist es dem Zeichner ganz unmöglich, die völlige Korrektheit zu verbürgen.

Welche zuverlässigen Dienste würde uns zur Lösung dieser wichtigen Frage, ob Veränderungen der Oberflächengestaltung des Mondes nachweisbar sind, die Photographie leisten, wenn sie auf die gleiche Höhe mit der Fernrohrbeobachtung gebracht werden könnte! Die hier wiedergegebene Aufnahme des Mare Imbrium mit dem Kopernikus am oberen Rande kann freilich nicht unbedingt zur Vergleichung dienen, denn die Karten sind aus einer langen Reihe von Zeichnungen während der verschiedensten Beleuchtungsverhältnisse zusammengestellt (Abb. 12), während die Photographie eben nur eine Phase gibt. Aber das Modell von Carpenter, das auch nur einer Phase entspricht, zeigt doch deutlich die Überlegenheit des Fernrohrs für die Darstellung seiner Details, während die Photographie ein klareres Gesamtbild gibt, das uns besser zur ersten Orientierung für unsere Forschungsreise dienen kann.

Der vorhin angedeutete Umstand, daß man eine bestimmte Mondgegend bei wiederholter Beobachtung stets unter anderer Beleuchtung sieht, ist eine große Schwierigkeit für den Kartographen. Man vergleiche deswegen die beiden, hier nebeneinandergestellten Abbildungen der Gegend um die Mondfrater Go-

din und Agrippa (II), wie sie sich nach Neison bei Sonnenaufgang dort (Abb. 13) und anderseits bei Mittagsbeleuchtung (Abb.



Abb. 12. Mare Imbrium nach einer Aufnahme von Prinz in Brüssel.

14) im Fernrohr darstellt. Unter dieser Beleuchtung treffen die Sonnenstrahlen senkrecht auf die Oberfläche; alle Schatten ver-

schwinden, so daß man keine Reliefgestaltung mehr zu unterscheiden vermag, sondern nur noch Helligkeitsunterschiede der Oberfläche. Bei dem unteren Krater sieht man auf der ersten Darstellung keinen Zentralberg, weil die Sonne an seiner Spitze um diese Zeit noch nicht aufgegangen war; bei Mittagsbeleuchtung aber treten dort zwei Zentralberge sehr deutlich hervor, weil sie aus hellerem Material bestehen als ihre Umgebung, der Krater-



Abb. 13. Godin und Agrippa bei Sonnenaufgang  
nach Neison.

boden. Umgekehrte Verhältnisse zeigt der obere Krater. Eine zentrale Erhebung

leuchtet wie ein heller Stern aus den tiefen Schatten hervor, die der östliche Kraterwall wirft. Um die Mittagszeit aber ist keine Spur von einem die Mitte des Kraterbodens auszeichnenden Gegenstande zu sehen. Man begreift, was für eine

Niejenarbeit es ist, aus diesem beständig wechselnden Anblick der erdrückenden Fülle von Einzelheiten der Mondoberfläche eine treue Karte unfres Trabanten zu entwerfen, wenn man beachtet, daß auf der Schmidtschen Karte allein 32856 Krater verzeichnet sind! Diese ungeheure, von den verschiedenen Mondforschern geleistete Arbeit soll uns nun als sicherer Führer durch jene Nachbarwelt geleiten.

Unsere Fahrt um diese wird allerdings einer Reise im



Luftballon gleichen. Wir können auch nicht etwa im Geiste ihren Boden betreten, um zu erkennen, aus welchem Material sie zusammengesetzt ist, sondern müssen unsere Kenntnisse aus jener respektablen Entfernung sammeln. Vielleicht gelingt es uns jedoch, auf andere Weise etwas über diese Bodenbeschaffenheit zu ermitteln.

Machen wir zunächst einmal eine Orientierungsfahrt über die ganze sichtbare Oberfläche hin. Am auffälligsten erscheinen uns dabei große, dunkle, von hohen Gebirgsketten umgebene Flächen, mit wenigen jener sogenannten Krater, von denen dagegen andere Gegenden ganz erfüllt sind. Man hat diese Flächen Meere, Mare ebenen, genannt, obgleich sie sicher kein Wasser enthalten. Man sieht aber deutlich, daß sie viel tiefer liegen als jene mit Kratern erfüllten Gebiete. Deshalb kann man wohl beide topographischen Gebilde mit unsern Meeren und Festländern vergleichen, um Ähnlichkeiten oder Verschiedenheiten beider Welten zu erkennen. Wir sehen dabei, daß jene Meere hauptsächlich den nördlichen Teil der Mondoberfläche bedecken oder sich vielmehr in einem breiten Gürtel von Südosten nach Nordwesten hinziehen, während das große kontinentale Gebiet die Süd-

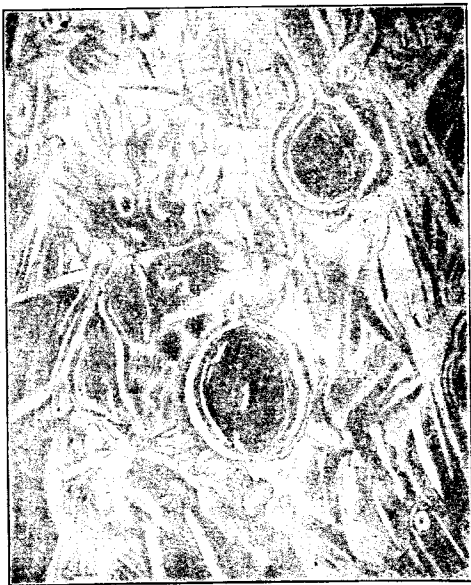


Abb. 14. Godin und Agrippa bei mittäglicher Beleuchtung nach Neison.

Man sieht aber deutlich, daß sie viel tiefer liegen als jene mit Kratern erfüllten Gebiete. Deshalb kann man wohl beide topographischen Gebilde mit unsern Meeren und Festländern vergleichen, um Ähnlichkeiten oder Verschiedenheiten beider Welten zu erkennen. Wir sehen dabei, daß jene Meere hauptsächlich den nördlichen Teil der Mondoberfläche bedecken oder sich vielmehr in einem breiten Gürtel von Südosten nach Nordwesten hinziehen, während das große kontinentale Gebiet die Süd-

westseite einnimmt. Die Meere, deren Boden viel dunkler ist als die übrige Mondoberfläche (es sind die dunklen Flecke, die man auch schon mit bloßem Auge auf der Vollmondfläche unterscheidet), haben meist eine runde Gestalt; es sind gewaltige Kallebenen, wie wir sie kleiner noch vielfach kennen lernen werden. Lassen wir sie ein wenig näher ins Auge!

Wir wenden uns zunächst dem Mare Imbrium (IX) zu, dem scheinbar größten auf dem Monde. Es befindet sich in seinem Nordostquadranten und hat eine Ausdehnung von 900 000 qkm, fast doppelt so groß, wie die Nordsee. Da die Oberfläche des ganzen Mondes aber nur 38 Millionen Quadratkilometer umfaßt gegenüber den 510 Millionen der Erde, so müssen wir, um ein richtiges Verhältnis zu gewinnen, die betreffenden Mondflächen noch mit etwa 13,5 multiplizieren. Wir erkennen dann, daß dieses Mare Imbrium relativ 5mal mehr Fläche auf dem Monde einnimmt als das Mittelländische Meer auf der Erde. Bei genauerer Betrachtung stellt sich aber diese Fläche noch längst nicht als die größte auf dem Monde dar. An das Mare Imbrium stößt gegen Süden das Mare Nubium (XIII), das Wolkenmeer; zwischen beiden liegt das prachtvolle Ringgebirge des Kopernikus, das wir schon kennen. Das Mare Nubium ist etwas weniger einheitlich in seiner Form und wird auch schon mehr von Kratern und hellen Partien unterbrochen, weshalb es weniger groß erscheint. In Wirklichkeit enthält es etwa 100 000 qkm mehr als das Mare Imbrium. Aus einem andern, beim Monde sehr ins Gewicht fallenden Grunde aber bleibt dem Anschein nach das in Wahrheit bei weitem größte Meer, der Oceanus Procellarum (XI), gegen die andern zurück. Er befindet sich nämlich so weit auf der Ostseite der sichtbaren Mondscheibe, daß wir seine Fläche nur noch sehr verkürzt sehen können. Er umfaßt gegen 5 Millionen Quadratkilometer und erreicht also vergleichsweise die Größe des Atlantischen Ozeans beider Erdhälften. Gegen Westen hin grenzt an das Mare Imbrium, von ihm durch eine Lücke in dem Gebirgsfranze getrennt, das Mare Serenitatis (III), das Meer der Heiterkeit, wieder eine kreisförmige, in Folge der Perspektive oval erscheinende Fläche, die nur von relativ wenigen kleineren Kratern unterbrochen wird. Es ist

kleiner als die vorgenannten und erreicht ungefähr die Ausdehnung des Königreichs Preußen. Ihm wieder schließt sich im Südwesten das Mare Tranquillitatis (II), diesem in dem-

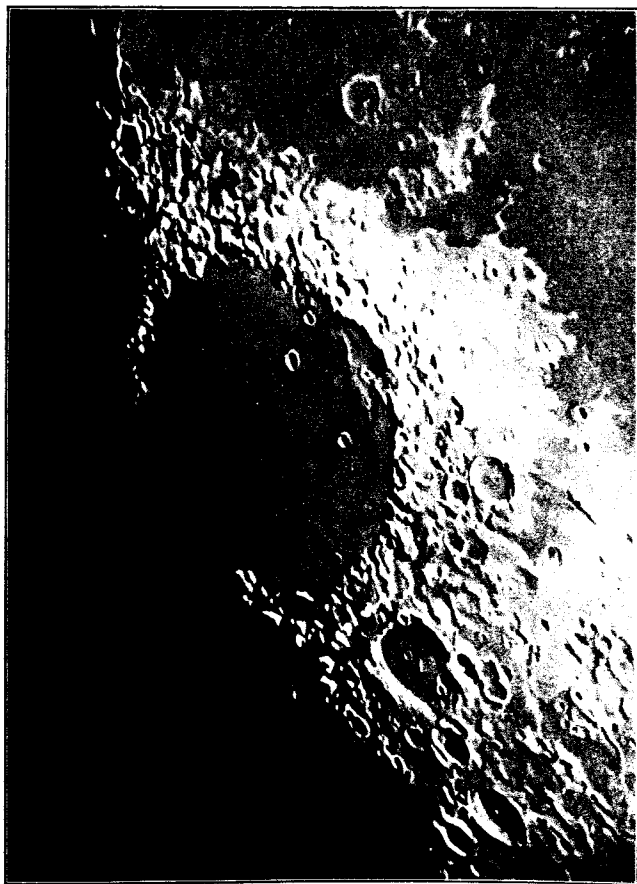


Abb. 15. Mare Crisium nach einer Aufnahme der Licksternwarte.

selben Zuge das Mare Foecunditatis (XXII) an, etwas nördlich davon liegt das kleine, sehr regelmäßig begrenzte Mare Crisium (I), schon nahe am Westrande des Mondes. Es tritt

wenige Tage nach dem Wiedererscheinen der Mondichel als auffälliges Objekt hervor. Unsere Darstellung zeigt es jedoch bei untergehender Sonne, also bei abnehmendem Monde, nach einer auf der Licksternwarte gemachten Aufnahme (Abb. 15). Das Mare Crisium umfaßt nur etwa 174 000 qkm. Zu den erwähnten Mareflächen treten noch einige andere, die wir hier zunächst unberücksichtigt lassen können. Alle diese dunklen Flächen bedecken etwa ein Drittel der sichtbaren Mondscheibe. Dürfen wir annehmen, daß dieses Verhältnis zwischen Meer und Land, in dieser eingeschränkten Bedeutung genommen, auch auf der uns abgewandten Mondseite besteht, wofür manches spricht, so nehmen diese tiefen Becken, die mit Wasser ausgefüllt sein würden, wenn dieses Element dort überhaupt in genügenden Mengen vorhanden wäre, etwa ein Drittel der ganzen Oberfläche des Weltkörpers ein, reichlich zwei Drittel sind hochgelegene, meist äußerst gebirgige Landmassen. In dieser Beziehung sind also die Verhältnisse auf dem Monde ganz wesentlich von den auf der Erde herrschenden verschieden, wo das Land im Gegenteil kaum ein Fünftel von den mit Wasser überdeckten Tieflandgebieten der Erdoberfläche einnimmt. Wohl aber gleicht das geschilderte Verhältnis dem des Mars, wo die dunklen, gleichfalls und hier vielleicht mit mehr Recht als Meere bezeichneten Gebiete nur etwa ein Viertel der Planetenoberfläche erfüllen. Bekanntlich war die Erde zu Urzeiten noch in höherem Maße von Meeren bedeckt. Ist es doch ein natürlicher und notwendiger Prozeß, daß mit voranschreitendem Alter die Wassermassen eines Weltkörpers immer mehr absorbiert werden. So kann man sagen, das Verhältnis der tiefen Meeresflächen zum Hochlande sei für einen solchen Weltkörper eine Art Chronometer für sein relatives Alter. Dürfen wir also diese Anschauung auch für den Mond gelten lassen, so erscheint er uns als ein sehr alter Weltkörper, der bereits die letzten Reste von Wasser aus seinen spärlichen Meeresbecken verzehrt oder auf eine andere Weise gebunden hat. Wir werden hierauf noch zurückkommen.

Jenen Meeresflächen stehen die hochliegenden Landgebiete gegenüber, deren Ausgestaltung einen grundverschiedenen Charakter trägt. Sie bestehen aus einer schier unentwirrbaren Fülle von Einzelgebilden, die ausschließlich die Form von

Kratern oder ausgedehnteren Ringgebirgen tragen. Die Krater sind in den verschiedensten Größen durcheinander gewirbelt. Dicht neben den größten dieser Gebilde, z. B. dem Seite 32—35 abgebildeten Kopernikus, sind Hunderte von kleinsten Kratergruben verstreut, die genau den Eindruck „versteinerter Regentropfen“ machen. Oft habe ich mich über die geradezu verblüffende Ähnlichkeit gewundert, die ein steinerner Fußboden mit der Mondoberfläche gewinnt, wenn ein tüchtiger Platzregen auf ihn niederprasselt. Man sieht dann für einen Augenblick alle Formen von größeren und kleineren Ringgebirgen entstehen, mit und ohne zentralen Regenberg, nebeneinander und ineinander geordnet, und vielfach mit übereinander greifenden Ringwällen. Ich gebe die Hoffnung nicht auf, das Phänomen einmal photographisch festzuhalten. Das so gewonnene Bild wird man auf den ersten Blick nicht von einem Stück Mondoberfläche unterscheiden können. Auch die merkwürdige Eigenschaft der Mondkrater, daß ihre Böden tiefer liegen wie die Umgebung, ist in dem Bilde der Regentropfen vorhanden. Nun dürfen wir zwar einer äußeren Ähnlichkeit zunächst keine allzu große Bedeutung beimessen. Sollte es sich aber später als möglich herausstellen, daß Regentropfen von so gewaltigen Dimensionen auf unsere Nachbarmwelt niedergefallen sind, so würde diese Ähnlichkeit doch einen Indizienbeweis den übrigen hinzufügen.

Das größte unter diesen Ringgebirgen ist *Clavius* (XVIII), in der Nähe des Mond Südpols, wo das Gewirr dieser Kratergebilde alle Beschreibung übersteigt. Die Wallebene (Abb. 16) ist S. 44 nach einer Aufnahme der Licksternwarte wiedergegeben. Sie hat einen Durchmesser von 230 km und einen Flächenraum von 41 000 qkm. Der ganze Böhmisches Kessel hätte in diesem Ringgebirge Platz. Daß auch dieses — und zwar nur infolge der Perspektive — elliptisch erscheint, möge hier als eine allgemeine Erscheinung zum letzten Male erwähnt sein. Im vorliegenden Falle erkennt man dies auch dadurch deutlich, daß auch bei allen andern darin und drum herumliegenden ausgehöhlten Kratern die lange Achse ihrer elliptischen Gestalt in ein und derselben Richtung liegt.

Es kommt uns beim Anblick dieser reichgegliederten Relief-

gestaltung sofort zum Bewußtsein, daß ihre einzelnen Teile offenbar verschiedenes Alter haben müssen. Mitten in dem Ringwall, der die Ebene einschließt, befinden sich zwei größere und noch mehrere kleinere Kratergebilde, die den Hauptwall



Abb. 16. Wallebene Clavius nach einer Aufnahme der Licksternwarte.

unterbrechen. Wie man nun auch ihre Entstehung erklären mag, soviel ist gewiß, daß sie erst entstanden sein können, als der Ringwall fertig und starr da stand. Auch die Kratergruben in der Wallebene selbst machen durchaus den Eindruck, daß sie

erst später darauf „herabgeregnet“ sind. In der Mitte der Wallebene befinden sich einige nicht sehr auffällige Regelferge. Man mag sich bei ihrem Anblick wohl daran erinnern, daß auch irdische Vulkane solche von einem Ringwalde umgebenen Regelferge besitzen. Die meisten Mondkrater zeigen solche Zentralkegel. Man könnte diese Ähnlichkeit also auch als einen Indizienbeweis für die vulkanische Natur der Mondkrater herbeiziehen, wenn man nicht einerseits auch bei unserm Regentropfen-Experimente gesehen hätte, daß dabei eben solche „Zentralberge“ entstehen, und andererseits nicht auf der Erde Vulkane von so ungeheuren Ausdehnungen unbekannt wären. Wir kommen auf diese hier nur gestreifte Frage noch ausführlich zurück.

Das hier durch die Photographie festgehaltene Bild der Mondlandschaft gibt deren Anblick nur für jene eine Beleuchtungsphase wieder, die dem Augenblick der Aufnahme entspricht. Aber gerade diese Gegend zeigt bei voranschreitender Beleuchtung die entzückendsten Wandlungen, deren vortreffliche Schilderung ich hier dem Werke des englischen Mondforschers Neison entnehme:

„Der Sonnenaufgang beginnt beim Clavius mit der Beleuchtung einiger Spitzen auf dem Westwalde, die sich aber dann schnell über den ganzen Westwall von Clavius ausdehnt, der alsdann die Erscheinung einer großen, doppelten Bucht in der dunklen Nachtseite des Mondes darbietet und so tief in den beleuchteten Teil eintritt, daß er das südliche Horn, dem bloßen Auge wahrnehmbar, abstumpft. In der dunklen Bucht erscheinen bald einige kleine, helle Punkte, die Gipfel der großen, darin liegenden Ringwälle, denen kurz darauf einige ähnliche Lichtpunkte in der Nähe des Zentrums folgen, welche von den Spitzen der Wälle der kleineren Ringebenen herrühren. Diese hellen Punkte erweitern sich allmählich und bilden zarte Lichtringe in der dunklen Schattenmasse, welche die innere Fläche des Clavius noch verhüllt. Fern im Osten erscheinen alsbald ganz blaß einige kaum wahrnehmbare Punkte, die sich schnell zu einer feinen, hellen Linie erweitern, dem Rande des großen Südostwalles des Clavius, dessen Ende noch weit innerhalb der Nachtseite des Mondes verloren ist. Während dieser Periode

wird die äußerste Spitze des hohen Walles von Clavius im Osten deutlich, und seine Lichtstreifen beginnen sich quer durch die dunkle Schattenmasse auf dem Innern von Clavius zu erstrecken, indem das Licht durch einige Pässe im Westwalles bricht und das Innere erhellt. Diese Strecken erweitern sich in der Nähe des Zentrums und bilden leuchtende Flecke auf der Fläche, wenn der Osten und Westen noch tief in Schatten versunken daliegen und scharf mit dem nun hell erleuchteten Kamm des hohen Ostwalles und der großen, breiten, durch die kleineren Ringebenen innerhalb Clavius gebildeten Lichtringe kontrastieren. Die Beleuchtung des Innern von Clavius schreitet nun schnell vorwärts und bietet ein prächtiges Schauspiel dar: die großen, hell erleuchteten Ringebenen im Innern, deren Flächen noch vollständig beschattet liegen; die ungeheure, steile Klippenlinie im Osten und Südosten ist nun glänzend illuminiert, obgleich die ganze Oberfläche an ihrer Basis noch in die Schatten der Nacht getaucht ist; und die großen Spitzen, die sich im Westen über die Fläche türmen, werden gegen die dunklen, jenseitigen Schatten stark hervorgehoben."

Können auch solche Schilderungen nicht entfernt den Anblick vergegenwärtigen, den dieser Wandel der Szenerie im Fernrohr gewährt, so werden sie doch einen Begriff davon geben, um wieviel reizvoller dieser Wechsel der Beleuchtung sich auf dem Monde gestaltet als bei uns, wo die Dämmerung wohl herrliche Farben bringen kann, aber zugleich die Übergänge schafft, deren Fehlen auf dem Monde den besonderen Reiz der Beleuchtungseffekte auf seiner Oberfläche erzeugt.

Um einen Begriff von der besonderen Reliefgestaltung des gewaltigen Claviusgebirges zu gewinnen, wollen wir es etwa von Westen nach Osten durchwandern. Wir beginnen die Reise noch etwas außerhalb des Westwalles und bemerken, wie gegen ihn hin das hier relativ ebene Terrain ziemlich langsam ansteigt, mit Böschungswinkeln von 5—8 Grad. So gelangen wir fast unbemerkt zur Höhe des Kammes, der sich vielfach ausgezackt und zerklüftet und von Kuppen überrührt zeigt. Sobald der Blick auf die Innenseite frei wird, verwandelt sich plötzlich die Szenerie. Viel steiler als auf der Außenseite fällt das Gebirge terrassenförmig und wild zerrissen in eine beträchtlich



größere Tiefe ab, als der tiefste Punkt der Außenfläche herabreichte, von der wir die Wanderung begannen. Die bedeutendsten Erhebungen des Walles über diese Innenebene erreichen eine Höhe von mehr als 7000 m; sie wettsieren also mit den großen Vulkankegeln der Andenkette, wobei wir nicht vergessen dürfen, um wieviel kleiner der Mond selbst im Vergleich zur Erde ist. Merkwürdigerweise ist der höchste Berg auf dem Monde innerhalb der Unsicherheit der Messungen genau ebenso hoch wie der der Erde; eine Erhebung der nicht weit von Clavius entfernten Wallebene des Curtius (XVII) erreicht 8832 m, der Gaurijankar misst 8840 m. Da der Durchmesser des Mondes etwa viermal kleiner ist als der der Erde, so sind die Erhebungen auf dem ersteren relativ um ebensoviele bedeutender.

Die Hauptebene des Clavius freilich liegt nicht so tief unter jener höchsten Erhebung. Diese extremen Verhältnisse treten erst bei den kleineren Kratern ein, die sich nun wieder tief in diese Ebene eingegraben haben. Der tiefste von ihnen, der zwischen den beiden größeren, den Hauptwall durchbrechenden Wallebenen liegt und zugleich der größte der vielen Krater im Innern ist, erhebt seine Umwallung nur etwa 900 m über die Innenfläche des Clavius, dagegen 2800 m über seinen eigenen Kraterboden, der also fast 2000 m tiefer liegt als die Claviusfläche. Daher eben die völlige Dunkelheit, die die Innenräume dieser kleineren Krater noch erfüllt, wenn sich die schrägen Strahlen der Sonne schon längst über die große Innenebene ausgebreitet haben.

Begeben wir uns auf die höchste Spitze der großen Wallebene, so sind wir doch längst nicht mehr imstande, den gegenüberliegenden

Bergkranz des Walles zu sehen, der bei seiner Entfernung von 230 km hinter der Krümmung der Kugelober-

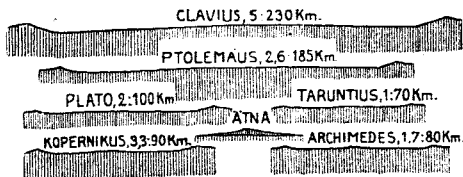


Abb. 17. Kraterprofile.

fläche des Mondes verschwindet. Die nebenstehenden, nach Fauch wiedergegebenen Profile (Abb. 17) von Mondringgebir-

gen mögen ihre eigentümlichen Verhältnisse veranschaulichen. Wir erlangen also ein viel richtigeres Bild von der topographischen Beschaffenheit der Mondoberfläche von unserm Standpunkt, d. h. aus der Ballonperspektive, als wenn wir uns auf dem Monde selbst befänden. Allzu große Nähe ist nicht immer das Beste für die richtige Erkenntnis der Dinge. Außerlich nicht ganz unähnlich mag der Anblick dieses Ringwalles mit der von ihm umschlossenen Ebene dem hier wiedergegebenen Teil der Vesuvfossa (Abb. 18) sein, solange, wie hier, der eigentliche Vesuvkegel, der den höchsten Punkt des Sommaringes noch etwas

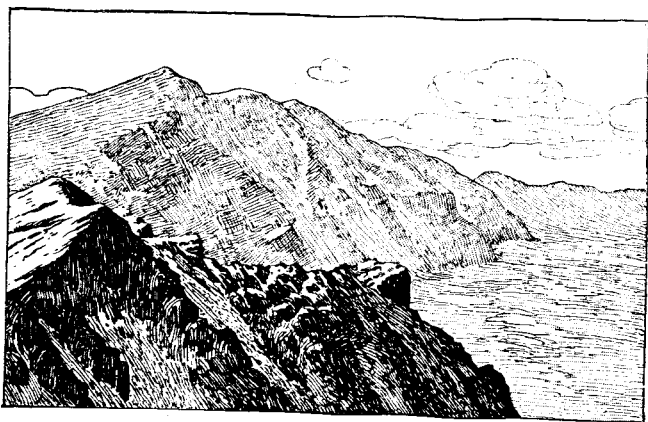


Abb. 18. Vesuvfossa.

überragt, außerhalb des Gesichtskreises bleibt. Wir sehen, wie selbst hier der Ringwall, der nur 3 km Durchmesser hat, auf der gegenüberliegenden Seite bereits nur noch als niedriger Höhenzug erscheint. Von unserm 5000 m hohen Standpunkte auf dem Monde hat unser Gesichtskreis nur einen Halbmesser von 130 km, gegen 250 auf der Erde. Freilich wird ein Berg von der gleichen Höhe erst in der doppelten Entfernung gänzlich unter den Horizont tauchen; man wird also von unserm Standpunkte aus mit einem guten Fernrohr gerade noch die bedeutendsten Erhebungen des jenseitigen Walles von Clavius erkennen können, aber es würde einer sorgfältigen Verfolgung des

Terrains bedürfen, um diese noch als dem Ringwalte zugehörig zu erkennen, auf dem wir stehen.

Der vorher herangezogene Vergleich mit dem Vesuv stellt sich indes bei näherem Zusehen für die topographischen Verhältnisse der beiden Gebiete als ganz unzutreffend heraus. Um jenen Punkt der Somma zu erreichen, von dem die Aufnahme gemacht ist, muß man vom Meere aus etwa 1100 m steigen, um dann die lavaerfüllte Ebene des Atrio 3—400 m unter sich zu sehen. Beim Curtius und allen andern Mondkratern ist das Verhältnis gerade umgekehrt; man hat wenig von außen her zu steigen, bis man die Innenebene in gewaltiger Tiefe sich dehnen sieht.

Auch der sich aus dem Atrio erhebende eigentliche Vesuvkrater zeigt sich von den Kratern der Innensfläche eines Mondringgebirges durchaus verschieden. Von unserm Standpunkte auf dem Nachbargestirne erblicken wir diese kleineren Ringwälle sämtlich tief unter uns. Wir können in ihren Schlund hinabsehen, der sich wieder durch eine Fläche abschließt, während der Schlund des Vesuvs eine Grube oder einen Trichter bildet. Die kleineren Krater in den größeren Wallebenen sind ohne irgendwelche Beziehung zu diesen darin verteilt. Der Kegels des Vesuvs nimmt dagegen eine ungefähr zentrale Lage innerhalb des im Südosten aufgebrochenen Sommaringes ein. Freilich besitzen auch viele, doch keineswegs alle Mondkrater zentrale Kegelsberge, aber auch diese bleiben stets weit unter den höchsten Erhebungen des zugehörigen Ringwalles und sind, mit wenigen Ausnahmen, topographisch von untergeordneter Bedeutung in dem Landschaftsbilde. Dagegen zeigt ihre zentrale Stellung, daß sie im genetischen Zusammenhange mit der Entstehung des ganzen Gebildes sein müssen. Wir kommen hierauf zurück, wenn wir uns erst noch sonst ein wenig mehr auf unserer Nachbarwelt umgesehen haben. Inzwischen setzen wir unsere Wanderung fort.

Aber indem wir nun nördlich weiter gegen die Mitte der sichtbaren Mondscheibe vordringen, wird es uns gänzlich unmöglich, von dem Gewirr der Reliefgestaltungen, die uns umgeben, mit Worten ein anschauliches Bild zu geben. Will sich der Leser genauer in diese seltsame Gebirgswelt vertiefen, so

mögen ihm die photographischen Bilder den Weg weisen oder das Fernrohr ihn direct hincinversetzen. Das für den Umschlag benützte Bild stellt ebenfalls eine Gegend aus dem südlicheren Teile des Mondes dar. Es ist der Krater Theophilus mit seiner Umgegend (XXI), nach einer mit dem Yerkes-Refraktor gemachten Aufnahme. In folgendem können wir nur noch bei solchen Landschaften verweilen, die uns etwas Besonderes über die Eigenart der Mondwelt mitzuteilen haben.

Da gelangen wir, zwischen einer Unzahl von Kratern nach Südosten weiter wandernd, zu einem Ringgebirge, das man mit dem Namen Tycho (XVII) bezeichnet hat. Es ist von fast genau kreisrunder Gestalt und einem Durchmesser von 87 km. Von außen steigt wieder das Terrain in vielfachen Terrassen ziemlich langsam an. Nach dem Innern zu unterscheidet man fünf Terrassen, die, wie immer, viel steiler abfallen. Vom Kraterboden gemessen, der selbst 1370 m tiefer liegt als die umgebende Landschaft, beträgt die höchste Erhebung des Walles 5100 m. Der auf breiter Basis sich erhebende Zentralberg liegt 1500 m über der Innenebene; also auch er bleibt wesentlich unter dem Ringwall. Kleinere Krater treten im Innern nicht hervor. Wegen der weit gegen den Zentralberg zu ineinander liegenden Ringterrassen hat das Ganze mehr die Gestalt einer ungeheuern Beule, der Boden ist nicht so eben wie bei den meisten andern dieser Gebilde.

Durch die geschilderten Verhältnisse aber unterscheidet sich Tycho sonst nicht von dem Typus der Mondringberge. Aber von ihm breitet sich über reichlich den dritten Teil der ganzen sichtbaren Mondfläche die rätselhafteste aller Erscheinungen dieser Nachbarmwelt aus, der wir auf der unsrigen auch nicht einmal etwas entfernt Ähnliches an die Seite zu setzen haben: von Tycho, wie noch von mehreren andern Kratern auf dem Monde, wenn hier auch nicht in so großer Ausdehnung, geht ein System von „Strahlen“ aus, wie sie die hier beigegebene Aufnahme (Abb. 19) von Loewy und Puijeux in Paris zeigt. Es sind hellere Partien der Mondoberfläche, die sich strahlenförmig um die „Metropole des Mondes“, wie man Tycho genannt hat, gruppieren. Sie verlaufen in vollkommen unveränderlicher Gestalt unbekümmert um die wildesten Zerklüftungen der Mond-

oberfläche, ohne ihrerseits Erhöhungen oder Vertiefungen darin zu sein. Die Strahlen beginnen breit in einiger Entfernung

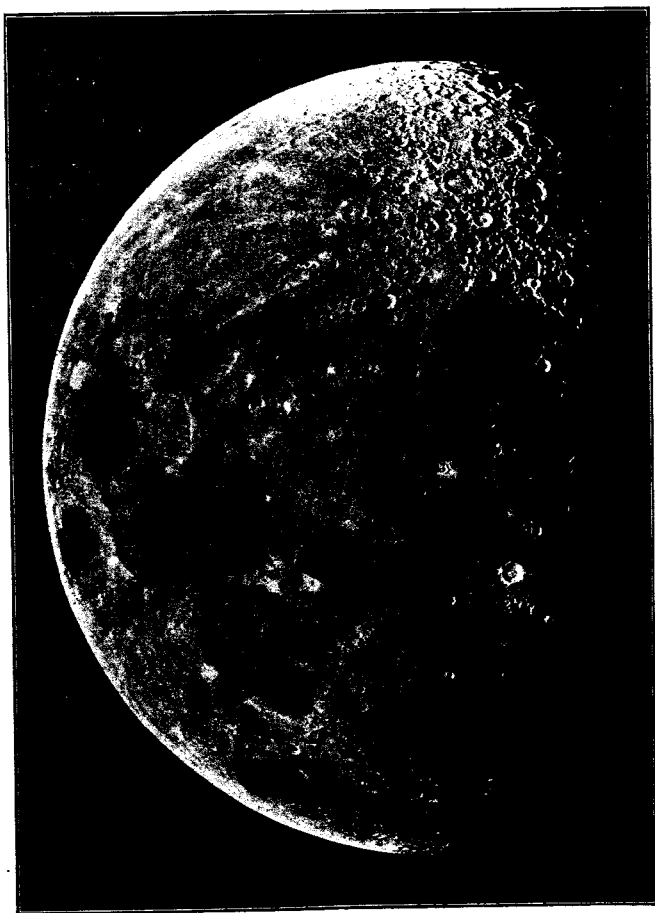


Abb. 19. Tycho mit dem Strahlensystem.

(Nach einer Aufnahme von Loewy & Puitsieux in Paris.)

vom Krater, der ihr gemeinsamer Zentralpunkt ist, und verlaufen ganz allmählich in Spitzen. Besonders deutlich heben sie

sich von den dunklen Flächen der Mare ab; aber die ganze Erscheinung ist nur bei senkrechter Sonnenbeleuchtung deutlich zu erkennen; je seitlicher sie beleuchtet werden, desto mehr verschwinden sie. So sehen wir auf unserer Aufnahme, die das Strahlensystem des Tycho so deutlich zeigt, das des Kopernikus, der, noch der Lichtgrenze nahe, sich rechts etwa unterhalb der Mitte der Mondscheibe befindet, nur eben angedeutet. Sehr viel deutlicher dagegen tritt der Strahlenkranz des Kopernikus in unserm Bilde des Mare Imbrium (Abb. 12) hervor. Wir sehen darauf, wie die Strahlen keineswegs immer ganz geradlinig verlaufen, sondern sich mannigfaltig verzweigen, etwa so wie die Sprünge in einer Glascheibe, auf die man aus senkrechter Richtung einen Stein geworfen hat, ein Vergleich, der zunächst auch nur zur Veranschaulichung des Anblicks dienen soll und sicher insofern hinkt, als diese „Strahlen“ keinesfalls sprungartige Vertiefungen in der Mondoberfläche sein können, die man durch ihren Schattenwurf bei entsprechender Beleuchtung sofort als solche erkennen würde. Wir werden noch auf dem Monde wirklichen Rissen begegnen, die ein ganz anderes Aussehen haben als diese Strahlen.

Tycho und Kopernikus sind nicht die einzigen Krater, die von diesen geheimnisvollen Gebilden umgeben sind. Der unweit Kopernikus, östlich davon im Oceanus Procellarum liegende Kepler (XI) hat einen sehr hellen Strahlenkranz um sich gebildet, der in seiner Anordnung dem des Tycho sehr ähnlich, wenn auch in seiner Ausdehnung wesentlich kleiner ist. Andere, deutlich von Strahlen umgebene Ringgebirge sind Aristarch (VIII), Proclus (I), Anaxagoras (VI), und eine ganze Reihe von kleinen Kratern deuten durch ihre helle Aureole das Vorhandensein der feststamen Erscheinung auch bei ihnen an, so daß sie also in allen Größenverhältnissen auftritt, von den von einigen Forschern auf 5000 km Länge geschätzten Strahlen des Tycho an bis zu jenen Aureolen, die nur in günstigen Augenblicken ein radial gestreiftes Aussehen zeigen.

Nicht immer gehen die hellen Streifen genau vom Zentrum des betreffenden Kraters aus, gelegentlich können sie auch seitlich an ihm vorbeiziehen, leicht umbiegen, oder es treten auch seitliche Verbindungen zwischen zwei benachbarten

Strahlen auf. Am allerjüngsten aber erscheinen die beiden von dem Doppelkrater Meßier (XXII) ausgehenden Strahlen. Meßier liegt mitten im Mare Foecunditatis auf der Westseite des Mondes. Es sind zwei kleine, dicht nebeneinander befindliche Krater, die Mädler als zwei völlig gleiche Zwillinge beschrieb, während doch bei gewisser Beleuchtung die Verschiedenheit ihrer Formen unzweifelhaft wird; es ist dies einer der Fälle, wo trotz der Abweichungen in der Darstellung älterer und moderner Forschungen eine wirkliche Veränderung der Mondoberfläche in der Zwischenzeit als ausgeschlossen zu betrachten ist. Von dem östlicher dieser kleinen Krateringe gehen nun, einander völlig parallel und eng beieinander, zwei breite Strahlen aus, bis gegen das Ostufer des Mare hin, während in keiner andern Richtung eine Spur von Strahlen zu sehen ist. Die wunderbare Erscheinung ist auf unserem Bilde (Abb. 20) wiedergegeben. Die beiden Strahlen heben sich scharf von dem ziemlich dunkeln

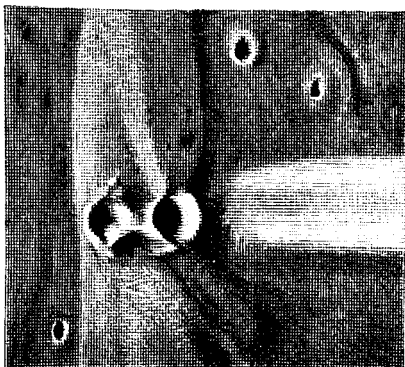


Abb. 20. Meßier mit seinen Strahlen.

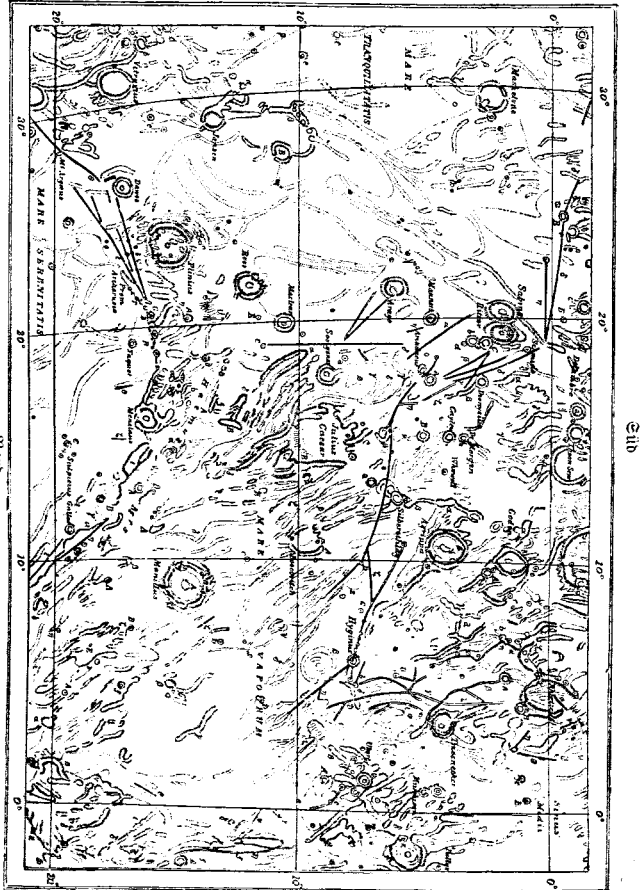
Grunde des Mare ab. Es sieht so aus, als ob jener Krater ein Leuchtturm wäre, der jenen Doppelstrahl weit übers Meer wirft.

Ohne uns jetzt bei der Frage über die Entstehungsweise dieser ausschließlich von Kratern ausgehenden Strahlenysteme aufzuhalten, lassen wir unsern Blick unwillkürlich an den eigentlichen Rissen in der Mondoberfläche haften, die in der Zahl von mehreren Hunderten teils mit größter Deutlichkeit, teils als höchst feine Linien zu erkennen sind. Sie sind von jenen Strahlen durchaus verschieden. Zunächst sind sie umgekehrt wie diese gerade bei ganz schräger Beleuchtung am besten zu sehen, und zwar als ganz schwarze, meist recht schmale Linien. Dann gehen sie niemals von Kratern aus, durchqueren

aber oft eine Reihe von kleinen Kratern, wobei es den offenen Anschein hat, als seien diese schon vorher vorhanden gewesen und bei der Bildung des Risses nur als Stellen ge-

Weft

Abb. 21. Karte des mittleren Gebietes der Mondfläche nach Stieff.



Ost

ringeren Widerstandes benutzt worden. Diese Rissen kommen hauptsächlich auf höher gelegenen Flächen, selten in den größeren Wallebenen, gar nicht in den Mareebenen vor. Ziehen



sie sich auch oft viele Kilometer lang ganz geradlinig hin, so gibt es unter ihnen auch vielfach gekrümmte, die auf den ersten Blick Flußläufen nicht unähnlich sind. Sehen wir uns einige näher an!

Wir begeben uns zu diesem Zwecke in das mittlere Gebiet der Mondscheibe, von dem wir ein Kartenbild nach Re i s o n hier wiedergeben (Abb. 21). Auf diesem sind die Rillen als Doppellinien verzeichnet. Wir sehen, wieviele sich in dem Gebiete zwischen dem Mare Tranquillitatis, dem Mare Serenitatis und dem Mare Vaporum in unregelmäßiger Anordnung verteilen. Die berühmteste und am leichtesten selbst schon mit ganz kleinen Fernrohren von nur zwei Zoll Öffnung zu erkennende Rille durchbricht den kleinen Krater Hyginus (II), der sich im oberen rechten Felde der Karte befindet, und nach dem die Rille benannt ist. Wir sehen, wie der Riß, der bis zu 1500 m auseinanderklafft, den Krater selbst mit durchbricht, und wie er vorher, links, westlich von Hyginus fünf sehr kleine Krater perlstrichartig aufgereiht hat. Die Rille setzt sich östlich\*) noch eine kurze Strecke in gleicher Richtung fort, während von Nordosten her ein anderer Zweig in stumpfem Winkel auf Hyginus stößt. Von Süden her kommt diejen Hyginusrillen noch ein vielverzweigtes anderes System, die Trisnackerrillen, entgegen. Nach Westen hin verzweigt sich die Hyginusrille und trifft mit einer andern großen Rille zusammen, die ungefähr parallel mit dem westlichen Zweige der Hyginusrille abermals zu einem ausge dehnten System von Rillen führt, das sich um die Krater Ariadaeus, Arago, Ritter, Sabine (sämtlich in II) schart. Weiter unten, nördlich von Plinius, läuft ein Rillensystem im allgemeinen parallel mit einem Teil des Gebirgsfranzes, der hier das Mare Serenitatis begrenzt.

An die nordöstlich verlaufende Hyginusrille grenzt im Nordwesten ein eigentümliches Gebilde, das man den Schneckenberg genannt hat. Auf der Karte von Re i s o n ist seine Form deutlich zu erkennen. Umstehend (Abb. 22) ist die Gegend noch einmal wiedergegeben, wie sie bei untergehender Sonne erscheint. Wir unterscheiden auch darauf die Windungen, wie von einer halb in einem hellen Brei versunkenen, ungeheuern Schnecke. Diese

\*) Die im Texte angegebenen Himmelsrichtungen entsprechen dem Durchblick durch das astronomische Fernrohr, der die Bilder verkehrt wiedergibt. Der Nordpol befindet sich also unten, der Südpol oben, Westen und Osten sind nicht vertauscht.

und noch manche eigentümlichen Formen der so unendlich vielseitigen Mondoberfläche hatten ältere, allzu phantasiereiche Mondforscher, wie namentlich Gruithuisen, zu der Meinung geführt, man habe es dabei mit Erzeugnissen intelligenter Wesen, mit Mondmenschen, zu tun. Da sah man in den mit so riesigen und vielfachen Wällen umgebenen Kratern riesige Festungswerke, in dem Schneckenberge wohl gar eine Art von Babylonischem Turm und in den Rissen schnurgerade Landstraßen, die in die vermeintlichen Festungen, wie bei Hyginus,

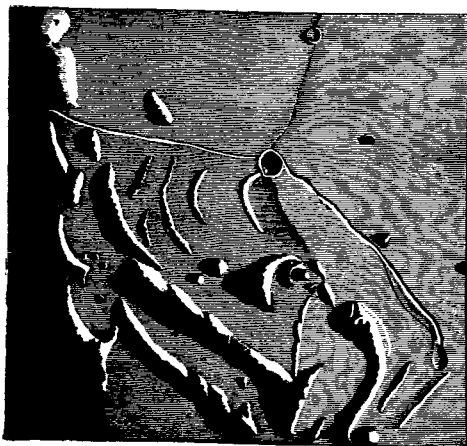


Abb. 22. Gegend der Hyginusrille bei untergehender Sonne.

münden und von mächtigen, als kleinere Krater an den Rändern der Rissen sichtbaren Forts beherrscht werden. Wenn man bedenkt, daß die Hyginusrille, die noch nicht die längste unter ihresgleichen ist, in ihren beiden Zweigen etwa 260 km mißt, so dürfte man die Wegbauer des

Mondes wohl deswegen bewundern, wenn man es nur verstehen könnte, weshalb diese Straßen oft bis zu einem Kilometer breit angelegt und in eine Tiefe von hundert und mehr Metern unter die Oberfläche versenkt wurden.

Mußte beim Fortschritt der Mondforschung auch jede Möglichkeit verschwinden, die sichtbaren Gebilde des Mondes als Werke intelligenter Wesen zu deuten, so suchte man wenigstens nach Ähnlichkeiten mit natürlichen Gestaltungen der Erdoberfläche. Einige jener Rissen krümmten sich zum Beispiel in einer Weise, daß man sie wohl für Flußläufe halten konnte. Das deutlichste Beispiel hierzu ist die Rille bei Herodot (VIII),

die hier abgebildet ist (Abb. 23). Der links davon befindliche Krater ist Aristarch, dessen Umwallung außerordentlich hell leuchtet und überhaupt den hellsten Punkt der ganzen Mondoberfläche aufweist. Der Wall ist, von der äußeren Ebene gemessen, nur 800 m hoch, aber die Innenfläche liegt wieder 1600 m tiefer als die Umgebung des Kraters. Auch diese Innenfläche ist bei hohem Sonnenstande sehr hell. Herodot ist etwa 1000 m weniger tief als Aristarch, und sein Kraterboden liegt also nicht erheblich unter dem allgemeinen Niveau der Umgebung. In diesen Krater, den man etwa als abflußlosen See, den irdischen Kraterseen entsprechend, ansehen könnte, mündet die recht breite Rille von Norden her. Sie rückwärts verfolgend, trifft man auf eine Reihe von Hügeln im

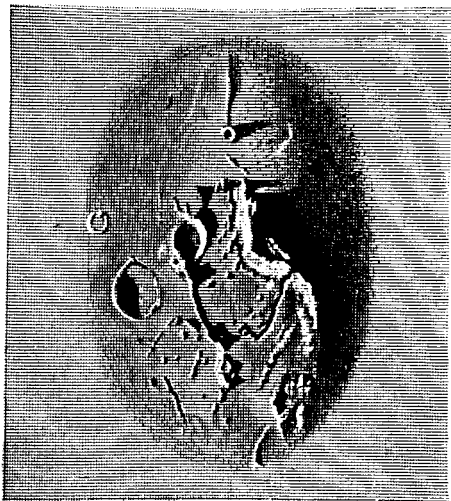


Abb. 23. Aristarch und Herodot.

Norden, bei denen die Rille in Zickzackform nach Osten umbiegt; dann wendet sie sich, schmaler werdend, nach Südosten und läuft hier schnurstracks auf eine Gebirgswand zu, die sie durchbricht, um hinter ihr zu verschwinden. Diese Windungen und das Umbiegen vor jener Hügelgruppe könnten allerdings an einen Flußlauf erinnern, und für die Durchbrechung des Gebirges im oberen Flußlauf wären schließlich auch noch Analogien auf der Erde zu finden. Bei näherem Zusehen treten aber auch hier der Annahme einer gegenwärtigen oder früheren Wirkung von Wasser unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Zunächst liegt das Gebiet hinter der Gebirgswand im Osten, woher der

vermeintliche Flußlauf kommt, entschieden tiefer, als die Gegend unmittelbar um Herodot. Wasser hatte also keine Veranlassung, die Gebirgswand zu durchdringen. Eigene Beobachtungen, die ich in dieser Gegend unter dem wunderbar durchsichtigen Himmel Capris machte, mögen hier aus der soeben erschienenen 2. Auflage meines „Weltgebäude“ zitiert werden.

„Die Rille durchbricht gerade einen der höchsten Punkte des Ringwalles, während mehr östlich davon ein niedrigeres Terrain dem Wasser viel leichteren Weg gelassen hätte. Gleich nördlich unterhalb der Mündung befindet sich, auf der Weinekischen Zeichnung nicht angegeben, ein kleiner kuppelförmiger Berg, den die Rille sehr deutlich mitten durchbricht. Ein Fluß würde den Berg natürlich umgangen haben.“

Kurz, auch hier müssen wir wieder resigniert bekennen, daß wir vor einer uns in allen wesentlichen Punkten fremden Welt stehen, die uns um so mehr Rätsel aufgibt, je eingehender wir sie studieren.

Wir wollen uns jedoch die Rillen, ehe wir sie verlassen, von einem Gesichtspunkte betrachten, der sie uns vielleicht doch verständlicher machen könnte. Auch in die Erdoberfläche werden, wenn sie bebend in konvulsivische Zuckungen gerät, oft weite Spalten gerissen. Bei dem Beben von San Franzisko, vom 18. April 1906, das zu den heftigsten gehört, die überhaupt beobachtet wurden, sprang der Erdboden über eine Strecke von 600 km auseinander und verschob sich, zwar hauptsächlich in horizontaler Richtung, bis zu 7 m. Man möge hierüber in meinem Kosmosbändchen „Erdbeben und Vulkane“ Weiteres nachlesen. Bei andern Gelegenheiten entstanden viele Meter klaffende Spalten. Freilich würden alle diese für uns furchtbare Bodenveränderungen von einem nach der Erde schauenden Mondbewohner nicht mehr bemerkt werden können, wenn er mit gleichen Hilfsmitteln wie wir ausgestattet wäre. Aber die Forschungen der Geologen haben es unzweifelhaft gemacht, daß innerhalb der Jahrtausenden, die unser Weltkörper zu seiner Entwicklung bedurfte, seine Oberfläche sich oftmals kilometerweit aufspaltete und Bruchlinien von Tausenden von Kilometern Länge erzeugt wurden. Die ganze Andenkette ist ein solcher Riß, dessen eine Wand ins Meer versank.

Wenn man kleinere derartige Risse heute nicht ohne weiteres mehr als solche erkennt, so liegt das daran, daß das Gestein der Wände abgebröckelt und in die Tiefe gerollt ist. Es blieben nur noch grabenförmige Einsenkungen übrig, Grabenbrüche genannt. Würde die Erde, wie der Mond, keine Atmosphäre und kein Wasser besitzen, so würden diese Risse vielleicht ebenso deutlich geblieben sein, wie wir die Rillen heute noch auf dem Monde sehen. Die Bruchlinien in der Erdoberfläche stehen nun in gewisser Beziehung zu unsern Gebirgen, die ihre Entstehung ja hauptsächlich den Vorgängen verdanken, die unter Erdbeben diese Risse erzeugen. Deshalb treten auch die Erdbeben am häufigsten in der Nähe von „jungen“ Gebirgen auf, das heißt solchen, die durch ihren Aufbau verraten, daß sie nach erdbildnerischem Maßstabe vor noch nicht langer Zeit dem Schoße des Meeres entsprangen. Die meisten jener Bruchlinien verlaufen dann parallel dem betreffenden Gebirgszuge am Fuße einer seiner Abhänge. In einigen Fällen aber gehen sie quer auf einen Gebirgszug zu und haben ihn dann meistens aufgespalten. Eine ähnliche Anordnung kann man bei vielen Mondrillensystemen unzweifelhaft erkennen, wobei man aber die Ringwälle als eigentliche Gebirgsbildungen ausschließen muß. Sehr deutlich ist solche Anordnung bei den Triesneckerillen ausgeprägt, die parallel zu den den Triesnecker (II) umgebenden Bergketten hinziehen. Bei dem Rillensystem nördlich von Plinius habe ich bereits vorhin diese Eigentümlichkeit erwähnt.

Da auf der Erde in den meisten Fällen die eine Seite des auseinander gerissenen Terrains in die Tiefe gesunken ist, während die andere als Mauer stehenblieb, so würde es uns besonders interessieren, wenn wir auch auf dem Monde solche Gebirgsmauern fänden. In der Tat sehen wir wenigstens einmal eine solche Oberflächenform außerordentlich deutlich hervortreten. Es ist die sogenannte „Lange Wand“, die sich am Südwestrande des Mare Nubium in der Nähe des Kraters Thebit (XIV) ungefähr nord-südlich durch eine Hochebene hinzieht. Wenn über dieser Gegend etwa am 23. Tage des Mondalters, also im letzten Viertel, die Sonne im Untergehen ist, sieht man, wie eine schnurgerade Linie an der Lichtgrenze hell be-

leuchtet erscheint, zugleich mit dem östlich davon gelegenen Teile der Ebene, während im Westen, scharf abgegrenzt durch diese Lichtlinie, plötzlich alles in Dunkelheit gehüllt ist. Es ist dies nur durch einen jähen Absturz des Terrains zu erklären, der sich in ununterbrochen gerader Richtung etwa 100 km von Norden nach Süden erstreckt und an 300 m tief ist. Der Westrand scheint eine sehr niedrige, wulstartige Erhöhung zu besitzen, die vielfach ausgezackt ist. Auch dieses Gebilde ist wegen seiner so völlig geraden Gestalt für einen Kunstbau der vermeintlichen Mondbewohner gehalten worden, so eine Art von chinesischer Mauer, durch die man sich auch dort oben vor dem lieben Nachbarn glaubte schützen zu müssen.

Können wir uns diese Rissen und verwandte Gestaltungen der Mondoberfläche wenigstens bis auf weiteres durch Gewalten entstanden denken, wie sie auch die Erdoberfläche umgestaltet haben, und die offenbar aus dem Innern des Weltkörpers heraus angriffen, so vermag diese Deutung doch völlig bei einem der auffälligsten Gebilde des Mondes, dem großen Quertal der Alpen (VI). Die Mondalpen umgrenzen das Mare Imbrium im Norden. Es ist ein hoher, vielgegliederter Gebirgsstock, dessen höchste Erhebung mit dem Namen des Montblanc belegt worden ist, aber doch etwas unter der Höhe des irdischen bleibt. Sie beträgt etwa 3600 m. Das Gebiet ist hier nach einer Pariser Photographie abgebildet (Abb. 24). Wir sehen, wie in ein Gewirr von Bergketten, deren Gruppierungen wenig Ähnlichkeit mit der Gestaltung eines irdischen Kettengebirges, also etwa mit unsern Alpen, haben, eine breite Furche schnurgerade eingerissen ist. Der erste Blick zeigt, daß ihr Verlauf keinerlei Beziehungen zu den Bergmassen besitzt, die er durchschnitten hat, wie eine Kanonenkugel mit einem Streifschuß ein unebenes Terrain abrautieren würde. Der Einschnitt beginnt am Nordostufer des relativ hoch gelegenen Mare Frigoris, das vom Mare Imbrium durch die Alpen getrennt wird. Hier ist er noch schmal und wenig tief. Während sich die Alpen nun gegen das Mare Imbrium immer höher aufstürmen, wo sie dann steil abfallen, senkt sich das Tal dagegen immer tiefer ein und wird breiter. Dann verengt es sich wieder, um sich vor seinem Eintritt ins Mare Imbrium abermals, nun in frater-

ähnlicher Gestalt, auszu dehnen, worauf es mit Böschungen, die sich im spitzen Winkel voneinander entfernen, im Mare Imbrium mündet. Das ganze Tal ist etwa 130 km lang und erreicht eine Breite von 10 km. Die höchsten Berge

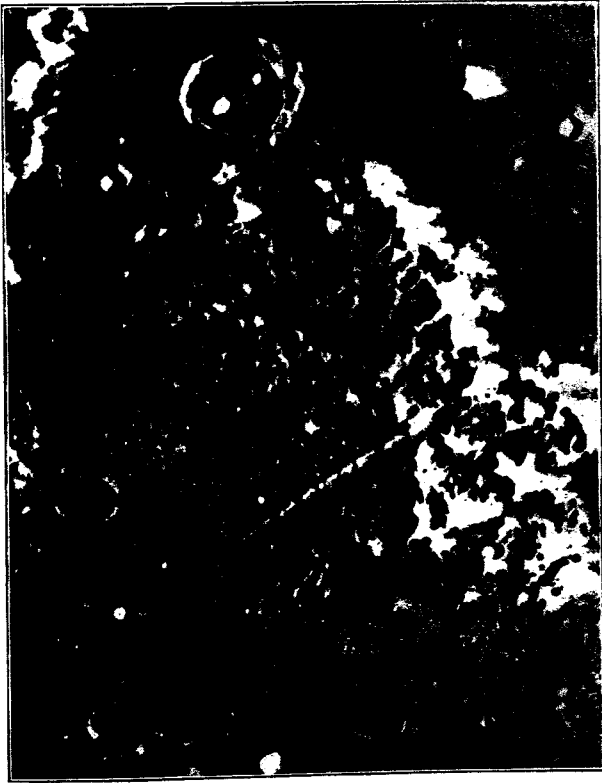


Abb. 24. Mondalpen mit dem großen Cuertal.

(Nach einer von Mr. Puitsux in Paris zur Verfügung gestellten Aufnahme.)

der Mondalpen erheben sich, wie gesagt, bis zu 3600 m über die flache Sohle des Tales, die ihrerseits während ihres ganzen Verlaufes in bezug auf eine allgemeine Niveaufläche horizontal bleibt. Der Hauptverlauf des Tales ist hier noch einmal in

großem Maßstabe, bei dem 1 mm über 1 km (ca. 1170 m) entspricht, nach Fauth (Abb. 25) wiedergegeben. Wir sehen, wie eine Kille das Tal mitten durchquert, die sich nach Nordosten noch ziemlich weit in das Land fortsetzt, indem sie eine Reihe kleiner Krater verbindet. Diese Kille ist offenbar später entstanden wie das Tal. Unten links auf der Karte befinden sich noch zwei nahezu in derselben Richtung streichende Risse. Wären beide Arten von Reliefgestaltung, die Kissen und das große Tal, durch dieselbe Ursache, etwa tektonische Zerrungen der Ober-

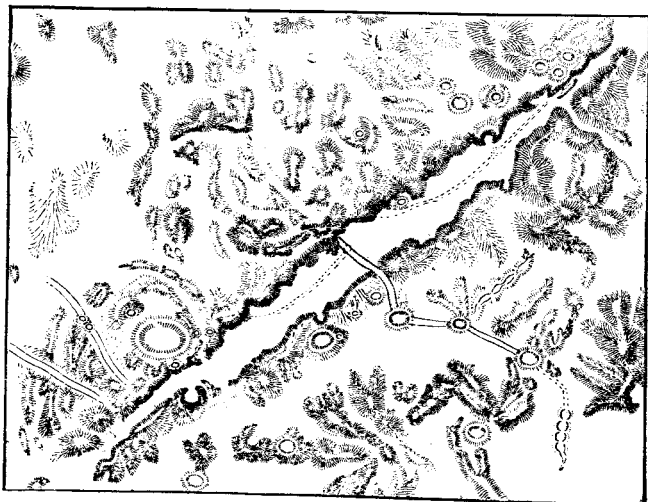


Abb. 25. Quertal nach Fauth.

flächenrinde, durch die wir die Bruchlinien auf der Erde erklären, entstanden, so wäre es kaum zu verstehen, wie sie ihre Richtung so ändern konnten, daß sie nach Verlauf einer gewissen Zeit senkrecht aufeinander standen, während Zwischenlagen dieser Kräfte nicht stattfanden oder doch keine Spuren zurückließen. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß das Alpental einer ganz anderen Ursache seine Entstehung verdankt, wie die Kissen auf dem Monde.

Wäre aber durch eine beliebige Ursache auf der Erde ein so weites Tal in die Oberfläche gerissen worden, so müßte seine



Sohle entweder mit Trümmern überjät sein, oder es müßte zuerst stark strömendes, dann aber stagnierendes Wasser das vorher von den Abhängen abgetragene Erdreich auf dem Grunde zu einer flachen Talsohle abgelagert haben, wie sie das Alpen-  
tal aufweist. Sonst haben wir indes auf dem Monde keine unzweifelhaften Spuren einer Wasserwirkung entdeckt, und auch in diesem Falle ist eine Erklärung, wie ich sie soeben andeutete, und wie sie auch bei uns die Flüsse nur infolge der ausschließ-  
lich gegen ihre Mündung erfolgenden Destabilung möglich machen, der ganzen Eigenart des Terrains wegen, aus-  
geschlossen. Dennoch kann man sich hier und an noch vielen andern Orten der Mondoberfläche des Eindrucks nicht erwehren, daß hier einst eine Flüssigkeit weite Gebiete überschwemmt hat, die später fest wurde, und aus der jetzt viele Oberflächengestal-  
tungen nur noch mit ihren oberen Teilen hervorragen. Nach Analogie mit der Erde würde man da an zwei Möglichkeiten zu denken haben. Es könnte sich entweder um wirkliches Wasser gehandelt haben, das jetzt zu Eis erstarrt ist, oder um eine mag-  
matische Flüssigkeit, eine Lava, die sich in flüssigem Zustande, wie wir sie meistens kennen, aus dem Innern ergoß, als der-  
artig gewaltige Risse, wie dieses Alpen-  
tal, oder auch die „Strahlen-  
systeme“ in der Oberfläche entstanden. Bei den Strahlen hätte man dann anzunehmen, daß sie sich ganz mit jenem Magma angefüllt hätten, so daß sie jetzt keine Risse, sondern nur verschieden das Licht zurückwerfende Stellen der Mondober-  
fläche sind. Die Rissen jedoch wären nicht tief genug ein-  
gerissen, so daß sie unausgefüllt blieben. Um über diese Fragen vielleicht durch den Augenschein noch bessere Auskunft zu erhalten, wollen wir nach weiteren Anzeichen in dieser Richtung suchen.

Schon die Mondalpen selbst erscheinen, namentlich auf der S. 62 gegebenen Karte des Quertals von Fauth, wie Gipfel, die, vereinzelt oder in Reihen, aus einem allgemeinen Niveau hervorragen. Viel deutlicher tritt dies indes an den Rändern der Mareebenen hervor, ganz besonders nördlich der Alpen, wo aus dem Mare Imbrium unter andern der Pico (VI) 2400 m über einer weiten, scheinbar völlig ebenen Fläche als Fels-  
nadel isoliert hervorragt, einem Riß gleich oder — ein Eindruck,

den ich im Fernrohr nicht loswerden kann wie eine ungeheuere Memnonssäule in endloser Wüste. Bei auf- oder untergehender Sonne wirft er einen riesigen Schatten über die Mareebene, der seine in zwei Gipfel gegliederte Gestalt verrät. Man sieht deutlich, daß der Berg sich als solcher nicht mit diesen schroffen Abhängen über der Ebene gebildet haben kann, so wie man ihn vor sich sieht. Der eigentliche Fuß ist in der Tiefe verborgen.

Sehr auffällig sind in dieser Hinsicht gewisse Formationen an den Rändern der Mareebenen, die ganz deutlich, wenigstens bei entsprechender Beleuchtung, zeigen, wie sie einst reguläre Ringgebirge gewesen sein müssen, die später auf der Mareseite teilweise in jenem überflutenden Stoffe „ertrunken“ sind, so daß nur noch der auswärts gefehrte Wall hoch aufragt, während die andere Hälfte sich durch eine Reihe von Inseln, wenn man diese Bezeichnung hier der Einfachheit wegen gebrauchen darf, verrät, die wenig über das Niveau des Mare hervorragen. Sehr deutlich tritt dies z. B. bei einem Tracastorius (XIX-XX) genannten Gebilde am Südrande des Mare Nectaris ungefähr am fünften Tage des Mondalters auf. Später verschwinden dann die den Nordrand des hier verjunkten Ringgebirges bildenden Hügelketten, so daß nur noch der südliche Bergkranz, eine halbkreisförmige Bucht bildend, übrigbleibt. Solcher halbkreisförmigen Buchten weisen die Ränder der Mare noch viele auf. Eine der auffälligsten ist der Sinus Iridum (VII) am Nordrande des Mare Imbrium. Im Westen grenzt an den Sinus Iridum (die Regenbogenbucht) noch ein ähnlicher, weniger ausgeprägter Berghalbkreis. Das zwischen beiden liegende, scharf in das Mare Imbrium vorspringende Hochgebirge heißt das Kap Laplace. Auf unserer Abb. 12 S. 37 tritt die geschilderte Formation sehr schön hervor. An andern Stellen wieder sieht man zwar noch die vollen Kränze von Ringwällen, aber, nur noch eben angedeutet, über der die Fläche des Mare bildenden Materie emporstehen.

War es uns aufgefallen, daß große, nur einseitig von Gebirgen umgrenzte Buchten einstmalige, ausgedehnte Wall-ebenen gewesen sein müssen, so zeigen wenigstens einige der Mareebenen selbst durchaus deutlich ihren Charakter als solche

wallumkränzten Ebenen, die nun bei ihrer ungeheuern Ausdehnung jede letzte Spur von einer Ähnlichkeit mit irdischen Vulkanlandschaften verloren haben. Am unzweifelhaftesten zeigt diese Form das Mare Crisium (Abb. 15). Aber auch das Mare Imbrium ist trotz seiner gewaltigen Größe nichts anderes als ein allergrößter „Mondkrater“. Ihn umkränzen als nur scheinbare Kettengebirge im Süden die Karpathen (X), im Südwesten die schönen Apenninen, dann mehr im Westen, das Mare Serenitatis auf der andern Seite abgrenzend, der Caucasus (III) und im Norden die uns schon näher bekannten Alpen. Auch das Mare Serenitatis ist kreisförmig begrenzt, auf der Südseite vom Hamus (II), im Westen vom Taurusgebirge (IV). Es wird sich fragen, ob wir noch imstande sind, die Entstehung dieser Senkungen von kontinentaler Ausdehnung durch dieselben Vorgänge zu erklären, wie die der Wallebenen und Krater.

Waren schon durch ihren äußeren Anblick die soeben angeführten, die Mare umgebenden Kettengebirge sehr verschieden von den Kettengebirgen der Erde, die durch die erodierende Tätigkeit des Wassers ihre Ausgestaltung gewonnen haben, so erkennen wir nun immer unzweifelhafter, wie ihr viel steiler gegen das Mare als auf der andern Seite abfallender Terrassenbau sie den Ringwällen ähnlich macht.

Ganz verschieden dagegen von allen bisher geschilderten Formationen der Mondoberfläche sind die immer nur recht niedrigen, ausschließlich nur die Mareebenen durchziehenden Berggründen, die dagegen offenbar irdischen Bergformen verwandt sind. Meist ohne jede Beziehung zu den übrigen Reliefgestaltungen ziehen sie im allgemeinen ungefähr geradlinig, sich gelegentlich verzweigend und leicht umbiegend, über weite Strecken der Mare hin, nur wenige hundert Meter durchschnittlich hoch und deshalb nur bei schräger Beleuchtung deutlich sichtbar. Auf unserer Abb. 15 des Mare Crisium sehen wir solche feinen Bergadern in dem oberen Teile des sonst ebenen Beckens. In einigen Fällen aber scheint es doch, als ob auch diese Gestaltungen mit den großen Ringformationen in genetischer Beziehung stehen. Hier ist der westliche Teil des Mare Homorum mit dem schönen Ringgebirge Cassendi unten abge-

bildet (Abb. 26). Wir sehen im westlichen (linken) Teile des Mare mehrere Bergadern untereinander und mit der Gebirgsumfränzung des Mare ungefähr parallel gehen. In dieser letzteren selbst ziehen drei Rillen wieder in derselben Weise gekrümmt durch die Ebene zwischen zwei Gebirgsstöcken. Es macht offenbar den Eindruck, als ob durch die Senkung der Mareebene der Boden gerissen ist, während die Bergadern wie von den Ufern

rücksichslagende, erstarrte Wellen aussehen.

Man könnte sie auch vielleicht als die Rämme innerer Terrassenwälle ansehen, die in der Materie der Mareflächen bis auf diese Reste eintauchen. Ebenso befinden sich an der oberen rechten Seite des Bildes zwei Krater, deren Innenwälle gleichfalls im Mare versunken sind. Im allgemeinen aber machen die Berg-

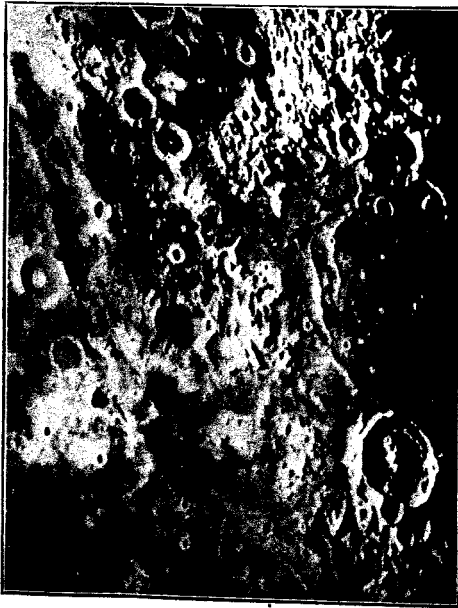


Abb. 26. Ringebene Cassendi und Mare Humorum.

adern des Mondes doch den Eindruck, als ob sie durch Zusammendrängen des Bodens aufgeworfen wurden, durch Oberflächenschub, wie die Gebirge der Erde. Ist dies richtig, so erkennen wir, wie geringfügig diese „gebirgsbildenden“ Kräfte auf dem Monde gegenüber der Erde waren, während auf jener Nachbargewelt offenbar direkte Wirkungen, die wesentlich von den auf der Erde tätigen abweichen, die Oberfläche ausgestaltet haben.



eine Höhendifferenz von 6000 m bildet. Auf der Erde haben solche große Senkungen der Oberfläche an ihren Rändern im allgemeinen geradlinig verlaufende Stettengebirge, wie die Anden, erzeugt, auf die sich verhältnismäßig kleine Vulkankegel gesetzt haben. Von einer Tendenz, diese Senkungsgebiete kreisförmig zu gestalten, bemerken wir bei uns nichts, es sei denn, daß wir die sogenannten Calderen, zu denen die Mare der Eifel ein Beispiel bieten, hier zum Vergleiche heranziehen könnten. Wir kommen hierauf zurück.

Die große Frage bleibt hier immer, ob wir uns jene von den irdischen so sehr verschiedenen Mondgebilde überhaupt als durch vulkanische Kräfte hervorgebracht zu denken haben, und dies führt uns wieder zu der Unterfrage, ob man auf dem Monde etwa noch jetzt vulkanische Erscheinungen wahrnimmt. Vulkanausbrüche! Auf der Erde haben solche stattgefunden, die man auf dem Monde mit unsern optischen Mitteln sehr leicht hätte wahrnehmen müssen, besonders, wenn sie zur Nachtzeit eintraten. W. Herschel, einer der schärfsten und sichersten Beobachter aller Zeiten, glaubte in der That wiederholt auf der Nachtseite des Mondes, die wir ja häufig, vom Erdlichte erhellt, noch dämmernd unterscheiden können, leuchtende Punkte gesehen zu haben, die er in diesem Sinne deutete. Aber seit 1821 hat kein anderer Beobachter mehr Ähnliches gesehen. Die früheren Wahrnehmungen schienen meist auf die Gegend des Aristarch zu weisen; genau war die Lage nicht festzustellen. Aristarch aber ist, wie bereits erwähnt, bei Sonnenbeleuchtung der hellste Punkt auf dem Monde; da kann man es sich wohl denken, daß gelegentlich auch einmal bei sehr hellem Erdlichte (seine Stärke ist je nach dem Bewölkungsgrade der betreffenden, den Mond bescheinenden Erdhälfte verschieden) diese Gegend sich deutlich leuchtend von dem aschfarbenen Lichte der übrigen Nachtseite des Mondes abhebt. Jedenfalls ist also nichts Sicheres über einen etwaigen Nachtausbruch eines Mondvulkans zu ermitteln gewesen. Trotzdem möge es den Mondbeobachtern dringend empfohlen sein, auch gelegentlich einmal der Nachtseite des Mondes ihre eingehendere Beachtung zu widmen und auch negative Resultate in ihr Notizheft zu verzeichnen. Was man auch über die Entstehungsweise der großen Ring-

gebirge jagen und glauben, und wie verschieden man diese auch von allen vulkanischen Gebilden erklären mag, so bleibt immer die Möglichkeit, ja sogar Wahrscheinlichkeit bestehen, daß auf dem Monde außerdem noch wirkliche vulkanische Kräfte tätig sind. Da wir schon gesehen haben, wie klein uns aus der Entfernung des Mondes unsere Vulkane erscheinen würden, so müßte schon ein nach irdischem Maße sehr großes Ereignis stattfinden, damit uns, abgesehen von den Leuchterscheinungen, die Veränderungen durch Lavaströme usw. leicht bemerkbar würden. Wenn man also auch in den 50 bis höchstens 100 Jahren, während deren wir den Mond etwas eingehender mit guten optischen Mitteln studieren, derartiges noch nicht wahrgenommen hätte, so würde dies immer noch kein Beweis von dem wirklichen Fehlen einer vulkanischen Tätigkeit auf dem Monde sein.

In Wahrheit hat man nun wiederholt Veränderungen auf der Mondoberfläche wahrgenommen, die allerdings ausnahmslos an der Grenze der Sichtbarkeit lagen, und deren Wirklichkeit deshalb meist in Zweifel gezogen wurde, in einigen Fällen aber doch wohl anerkannt werden muß.

Zu den berühmtesten von ihnen gehören die Veränderungen an dem kleinen Krater Linné (III) im Mare Serenitatis. Auf der umstehenden Darstellung (Abb. 28) ist es der wenig auffällige, mattschimmernde und verschwommen verlaufende Fleck, auf den die Pfeile am Rande hindeuten. So stellt sich der Krater bei jeder Beleuchtung dar. Das Objekt ist also nicht oder doch nur sehr wenig über der Marefläche erhaben. Es zeigt auch sonst keine Details, es sei denn ein ganz kleines Loch in der Mitte, das man in den besten Fernrohren bei sehr gutem Luftzustande wahrgenommen zu haben glaubt. Das Ganze dürfte also wohl einem irdischen Vulkan von mittleren Dimensionen und mit sehr flachen Böschungen entsprechen, der seine Flanken mit hellen Laven oder Tuffen bedeckt hat. So wie heute ja aber das Gebilde bis gegen die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts sicher nicht aus. Zum Beispiel hat es Schmidt bis 1843 wiederholt als wirklichen Krater gesehen und für ihn 10 km Durchmesser und 380 m Tiefe angegeben. Die Mondforscher jener Zeit benutzten den Krater als „Zirnpunkt erster

Ordnung“, von dem aus sie die Entfernungen auf der Mond-  
oberfläche zur Herstellung ihrer Karten maßen. Das würde  
man niemals bei einem verwaschenen Objekte tun, wie es heute  
Linné ist, weil die Einstellung des messenden Mikrometer-  
fadens auf ihn zu unsicher sein würde. Man hätte hier also  
an einen etwa um die Mitte des vorigen Jahrhunderts statt-  
gehabten Ausbruch zu denken, durch den nicht nur das ur-  
sprüngliche Kraterloch ausgefüllt, sondern auch die nächste Um-



Abb. 28. Mare Serenitatis mit dem Krater Linné.

gebung mit hellem vulkanischem Material überflutet worden  
wäre. Solche Ausbrüche scheinen sich dann in längern Zwi-  
schenräumen wiederholt zu haben. Wenigstens wurden kürz-  
lich zwei Zeichnungen des Mare Serenitatis mit Linné aus dem  
Jahre 1788 aufgefunden, in denen der Krater als bloßer Licht-  
fleck wie heute vermerkt ist. Es müßten also innerhalb der  
betreffenden Zeit zwei ähnliche Ausbrüche stattgefunden haben,  
während inzwischen die Lava oder, allgemeiner ausgedrückt,  
das Auswurfsmaterial (es könnte sich z. B. auch um Schlamm-



ausbrüche handeln) wieder auf irgendeine Weise abgetragen wurde, so daß man die steilen, eigentlichen Kraterwände wieder sehen konnte. Etwas Gezwungenes hat diese Erklärung offenbar. Nun hat in neuerer Zeit Barnard, der auf der Yerkes-Sternwarte bei Chicago als einer der sichersten Beobachter mit den kräftigsten optischen Mitteln arbeitet, gefunden, daß die Größe des Lichtfleckes von Linné periodischen Schwankungen unterworfen ist. Er ist am größten, gleich nachdem er, etwa am siebenten Tage des Mondalters, eben erst aus den Schatten der Nacht hervorgetreten ist; dabei ist er aber zugleich auch am wenigsten leuchtend. Dann wird er allmählich kleiner, so daß er schließlich auf die Hälfte seines früheren Durchmessers zusammenschrumpft, aber heller wird. Diese sich nach Barnard regelmäßig wiederholende, mit den Tageszeiten auf dem Monde wechselnde Erscheinung kann nun freilich auf vulkanischem Wege nicht erklärt werden. Für die Erde würden wir dagegen eine Erklärung dafür sehr leicht finden. Wir brauchen nur anzunehmen, daß in der jedenfalls sehr kalten und langen Nacht sich Reif gebildet hatte, der sich über Linné und seine weitere Umgebung ausbreitete, bei höher steigender Sonne sich aber wieder löste. Der schließlich übrigbleibende, kleine helle Fleck ist das nunmehr bloßgelegte Gestein, das ja auf dem Monde zum Teil außerordentlich stark das Licht zu reflektieren vermag. Bei Besprechung der Temperaturverhältnisse auf dem Monde werden wir hier wieder anknüpfen.

Zu den wirklichen Neubildungen auf dem Monde rechnet man auch, wenngleich nicht ohne Widerspruch, einen kleinen Krater bei Hyginus (II), der uns schon wegen seines Rillensystems interessiert hat. Diese Gegend wird sehr häufig beobachtet, und ein neues Objekt, das Hermann J. Klein dort zuerst 1877 sah, hätte nach seiner und anderer Ansicht früheren Beobachtern nicht entgangen sein können. Es ist indes zu bemerken, daß das Objekt immer nur kurze Zeit während jeder Lunation zu sehen ist, weshalb andere Forscher doch ein früheres Übersehen für möglich halten. Krieger in Triest meinte indes auch noch eine ganze Reihe von anderen Veränderungen in dieser Gegend wahrgenommen zu haben. Ich glaube, daß man sich bei dem Für und Wider in diesen Fragen nicht allzu-

sehr ereifern sollte. Es kann ja gar nicht anders sein, als daß auf dem Monde Veränderungen vor sich gehen; da kommt es nun nicht mehr so sehr darauf an, ob es sich gerade in einem besonderen Falle um eine wirkliche oder nur scheinbare Veränderung handelt.

Bei genauerer Verfolgung hat man inzwischen immer mehr Anzeichen dafür gefunden, daß auf unserer Nachbarwelt auch solche Veränderungen vor sich gehen, die mit den dortigen Tages-



Abb. 29. Plato, bald nach Sonnenaufgang, nach Reichen.

zeiten Schritt halten. Am deutlichsten zeigt sich dies bei der schönen Wallebene Plato (VI), die am östlichen Ende des Alpenzuges das auffälligste Objekt ist. Sie ist hierneben abgebildet (Abb. 29 u. 30). Von ziemlich hohen Ringwällen umgeben, scheint die völlig ebene Innenfläche ohne alle Unterbrechung zu sein. Erst bei genauerer Prüfung erkennt man eine ganze Anzahl sehr kleiner Krater dort, die mit der übrigen Konfiguration offenbar in keinem Zusammenhange stehen. Bei tiefstehender Sonne fallen vielgezackte Schatten über die im längsten Durchmesser etwa 96 km fassende Ebene. Sie erscheint bei aufgehender

Sonne von der gewöhnlichen Färbung dieser Gebilde nicht verschieden, also rein grau. Bei steigender Sonne erhöht sich zunächst die Helligkeit wie bei den übrigen Wallebenen auch und nimmt eine hellgelbe Färbung an. Nun beginnt sich aber das Innere ganz auffällig dunkler zu färben, bis es einige Tage vor Vollmond, also zur Mittagszeit dort, wenn die Sonnenstrahlen ihre größte Kraft besitzen, und viele Gegenenden des Mondes nun in ihrem hellsten Lichte glänzen, wesent-

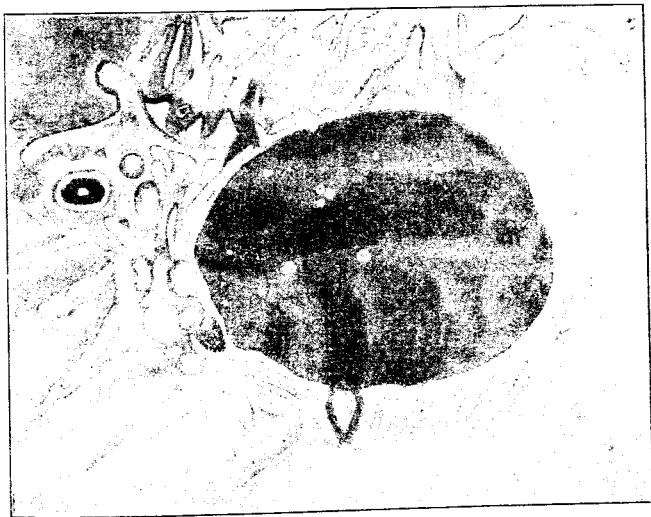


Abb. 30. Plato, zwei Tage vor dem Vollmonde, nach Reison.

lich dunkler geworden ist, als irgendeine andere Wallebene. Das Innere des Plato ist nun stahlgrau, fast schwarz geworden. „Es ist schwierig,“ sagt Reison, einer der gewissenhaftesten Mondforscher darüber, „diese schrittweise Verdunkelung der Ebene des Plato zu erklären, ohne sie einer wirklichen Veränderung in der Helligkeit der Oberfläche zuzuschreiben; denn die Versuche, die Erscheinung auf Kontrastwirkungen oder eigentümliche Gestaltung der Oberfläche zurückzuführen, liefern ohne Ausnahme kein befriedigendes Ergebnis.“

Auch an den kleineren Objekten auf dieser Ebene gehen

Veränderungen vor, die seit langer Zeit auf das genaueste verfolgt werden und sich dabei als ebenso wirkliche herausgestellt haben. Man unterscheidet einige dreißig allerfeinste Objekte, von denen jedoch nur wenige diese nicht auf den Beleuchtungswechsel zurückzuführenden Veränderungen regelmäßig bei jeder Lunation zeigen. Pidering, der seit langen Jahren sein besonderes Augenmerk auf Plato gerichtet hat, sagt ausdrücklich, daß er sich die Erscheinung nicht anders als durch ein allmähliches Feuchterwerden der Oberfläche erklären könne, indem Eis oder Reif bei höhersteigender Sonne schmilzt, und das entstandene Wasser in den Boden sickert. Wenn dann über die Mittagszeit hinaus der Boden wieder auf trocknet, wird er wieder heller, wie man es in der Tat beobachtet.

Auch noch einige andere, auffällig dunkle Flecke auf der Mondoberfläche stehen im Verdachte, ihre Ausdehnung und Farbe mit dem Sonnenstande nicht nur scheinbar zu verändern, doch sind einwandfreie Beobachtungen hierüber schwierig anzustellen.

Überhaupt muß den sehr verschiedenen Färbungen der Mondoberfläche noch mehr Aufmerksamkeit zugewendet werden als bisher. Es kommen auf dem Monde nicht nur Helligkeitsunterschiede vor von den verschiedenen Abstufungen des Grau in den Maren bis zu dem leuchtenden Gelb der sonnbestrahlten Hochebenen und dem fast reinen Weiß einiger Gipfelreihen, namentlich von Ringgebirgen, sondern es finden sich dort auch deutlich rötliche Farbentöne. In der Gegend von Herodot (VIII), die uns schon interessiert hat, ist ein violetter Schein so unzweifelhaft zu erkennen, daß es sich dabei nach Hermann J. Klein nur um eine intensive Färbung des Gesteins handeln kann. Nicht weit davon tritt eine grünlich-graue Färbung hervor. „Der schmutzig grüngelbliche, graue Hintergrund ist mit zahlreichen hellen Punkten bedeckt und nimmt sich äußerst bunt aus. Ich kenne keine Gegend des Mondes, in welcher die Farbe so deutlich hervorträte, als eben diese“ (Klein). Gruithuisen, der den Mond durchaus mit menschlichen Wesen bevölkern wollte, sah im Geiste hier große Pflanzungen und schrieb darüber 1824: „Es müßten bei uns die Weinberge, Wiesen, Sommer- und Wintergetreidefelder und Wälder bunt

durcheinander ebenso aussehen, wenn man sie vom Monde aus betrachtete.“

Nach Pidering verändern derartige grünliche Färbungen ihren Ton mit dem Sonnenstande, so daß dieser Forscher wirklich an einen mit der vierzehntägigen Sonnenbestrahlung wechselnden vegetabilischen Vorgang glaubt, wobei es sich allerdings nur um die niedrigsten Formen der Pflanzenwelt, etwa Flechten und Moose, handeln könne.

Sollen aber Organismen auf dem Monde leben können, so muß er notwendig auch noch Wasser und Luft besitzen, und seine Temperatur muß zwischen Grenzen schwanken, die innerhalb der Extreme bleiben, bei denen auch noch ein primitives Leben bei uns möglich ist. Denn wir müssen den Einwurf hier mit Entschiedenheit zurückweisen, daß auf unserer Nachbarwelt lebende Wesen unter Bedingungen existieren könnten, die auf der Erde unmöglich wären. Wir würden uns damit gänzlich aus dem Rahmen wissenschaftlicher Betrachtung entfernen, die nur mit den Möglichkeiten rechnen darf, die unserer Forschung zugänglich sind. Wohin wir auch im weiten Universum unsere geistigen Blicke vertiefen konnten, sahen wir die gleichen Gesetze der Natur in gleicher Weise walten, indem sie in vielartigsten Kombinationen unergründlich Mannigfaltiges mit denselben einfachen Elementen schuf. Die Natur kann unsere nächste Nachbarwelt nicht mit uns völlig unbekannten Elementen aufgebaut haben. Wir müssen nun auf Grund der beobachteten Tatsachen ein Bild dieser Welt nach Maßgabe uns bekannter Elemente und Verhältnisse zu entwickeln versuchen.

Fragen wir uns zu diesem Zwecke zunächst einmal nach den wahrscheinlichen Temperaturverhältnissen auf der Mondoberfläche. Können uns direkte Beobachtungen etwas darüber aussagen? Kommen neben den vom Monde reflektierten Sonnenlichtstrahlen auch noch merkliche Wärmestrahlen zu uns her? Im Volksmunde hat der Mond ein kaltes Licht, soll er doch sogar bekanntlich die jungen Reime im Mai zum Erfrieren bringen können, wenn er bei heiterm Himmel sein volles Licht auf sie wirft. In diesem Falle ist nun freilich der Mond nicht daran schuld, sondern der heitere Himmel, der uns natürlich den Mond unverhüllt zeigt, während das Fehlen

der Wolken die Ausstrahlung der Erdbodenwärme begünstigt und es leichter zur Reifbildung kommen läßt.

Aber warm sind die Mondstrahlen allerdings nicht. Als man mit Riesenspiegeln, die die strahlende Wärme der Sonne derart konzentrierten, daß die schwerstschmelzenden Substanzen sofort in Feuerfluß gerieten, die Mondstrahlen sammelte, rührten sich die empfindlichsten Thermometer nicht. Später freilich, als man ein Instrument erfunden hatte, das sogenannte Bolometer, das durch Vermittlung der Elektrizität noch wechselnde Wärmemengen bis zu Hunderttausendsteln eines Zentigrades anzuzeigen vermag, nahm man in der That eine sehr geringe Wärmerückstrahlung der Mondoberfläche unzweifelhaft wahr. Die beobachteten Schwankungen dieser Wärmestrahlung haben zu hier besonders interessierenden Resultaten geführt.

Frank Bery, ein amerikanischer Astronom, hat aus den sehr geringen schwankenden Zahlenwerten der Bolometerangaben durch Rechnung die Temperatur bestimmt, die die Mondoberfläche während der verschiedenen Tageszeiten besitzen muß. In der folgenden Tafel sind diese Temperaturen zusammengestellt. Die erste Vertikalreihe enthält die Höhe der Sonne über dem betreffenden Teile der Mondoberfläche, die zweite die zugehörige Temperatur in Zentigraden und die dritte den Zuwachs, beziehungsweise die Abnahme dieser Temperatur innerhalb des betreffenden Zeitintervalles.

0°	— 273°	+ 227°	80°	180°	— 1°
10	— 46	65	70	177	3
20	+ 19	39	60	167	10
30	+ 58	34	50	151	16
40	92	35	40	127	24
50	127	30	30	92	35
60	157	17	20	+ 45	47
70	174	6	10	— 33	78
80	180	1	0	— 198	— 165
90	181				

Die Tafel zeigt uns zunächst, daß bei Sonnenaufgang die Kälte auf dem Monde das Maximum erreicht hat, das überhaupt physikalisch denkbar ist. Minus 273 Grad ist der sogenannte absolute Nullpunkt der Temperatur, unter dem nach unseren theoretischen Anschauungen nirgends im Weltall irgend ein Körper abgekühlt werden kann. Müssen wir zwar hinzu-

fügen, daß die hier herangezogenen Beobachtungen nicht den Grad von Genauigkeit besitzen, den man vielleicht nach den genauen Zahlenangaben vermutet, so haben wir doch Näherungswerte vor uns und erhalten namentlich ein ungefähres Bild von den Schwankungen, die uns hier mehr interessieren als die eigentlichen Werte der Temperatur.

Wir haben also zunächst erkannt, daß bei Sonnenaufgang auf dem Monde eine extreme Kälte herrscht, die kein Leben aufkommen lassen würde. Dagegen haben Experimente unzweifelhaft ergeben, daß viele Lebenskeime, namentlich von niederen Pflanzen, jede beliebig niedrige Temperatur ertragen können, ohne ihre Keimfähigkeit dadurch zu verlieren. Diese extreme Kälte ist also an sich kein Hindernis für das Vorhandensein eines zunächst noch latenten Lebens auf dem Monde. Gleich nach Sonnenaufgang steigt nun die Temperatur außerordentlich schnell. Schon bei einer Höhe von 10 Graden über dem Horizonte ist die Temperatur auf  $-46^{\circ}$  heraufgegangen, eine Kälte, die auch auf der Erde gelegentlich vorkommt. Bei weiteren  $10^{\circ}$  Erhöhung über dem Horizont sind schon  $+19^{\circ}$  erreicht, also eine Sommerwärme, die ein kräftiges Aufwachsen der vorher schlummernden Keime ermöglichen würde, wenn sonst die Bedingungen dazu vorhanden wären. Nun steigt aber bald die Temperatur zu unerträglicher Höhe. Bereits wenn die Sonne kaum die halbe Höhe zum Zenit erreicht hat und also wie in unserer Breite um die Tag- und Nachtgleichezeit steht, ist die Mondoberfläche bis zur Siedehitze erwärmt. Felsen der afrikanischen Wüstengebirge müssen wohl annähernd solche Temperatur ertragen, aber eben deshalb flieht alles Leben diese Gebiete. Bis zur Mittagszeit, wenn die Sonne senkrecht steht, hat sich der Boden noch bis auf rund  $180^{\circ}$  erhöht, eine Temperatur, unter der allerdings Gesteine oder Metalle noch nicht schmelzen. Bei nunmehr sich neigender Sonne sinkt die Temperatur zunächst nur langsam, ganz so, wie es auch bei uns der Fall ist. Die Sonne muß schon bis auf nahezu  $30^{\circ}$  Höhe herabgesunken sein, ehe die Siedehitze des Wassers unter irdischen Verhältnissen wieder erreicht ist, und selbst bei untergehender Sonne hat der Boden immer noch etwa  $75^{\circ}$  mehr Wärme festgehalten, als er bei Sonnenaufgang

besaß. Diese Wärme gibt er dann in der langen Nacht wieder ab.

Die extremen Schwankungen der Oberflächentemperatur des Mondes bewegen sich also innerhalb mehr als  $450^{\circ}$ . Wir können das physikalisch wohl verstehen, wenn wir bedenken, daß die Sonnenbestrahlung, ohne durch eine merkliche Atmosphäre gehindert zu werden, 14 unserer Tage lang ohne Unterbrechung wirkt. Dabei können wir diese Temperaturen nicht direkt mit auf der Erde beobachteten vergleichen, weil die letzteren Lufttemperaturen, nicht solche des Oberflächengesteins sind. Die Lufttemperatur kann auf der Erde um etwa  $100^{\circ}$  schwanken, zwischen  $-60^{\circ}$  und einigen  $40^{\circ}$  über dem Nullpunkt. Steigt auch die Gesteinstemperatur durch die Sonnenbestrahlung gelegentlich viel höher, so kommt es doch bei weitem nicht zu solchen Extremen, wie sie der Mond aufweist.

Die Frage ist nun, ob irgendwelche Lebewesen solche Extreme ertragen können. Die großen Kältegrade wären, wie schon bemerkt, kein Hindernis, weil das Leben während der Nacht und bis in den Anfang des Tages latent bleiben kann. Vegetabilische Keime oder Samen dagegen würden, einer Hitze wie der des Mondmittags ausgesetzt, völlig vernichtet werden. Wir müssen hier jedoch die Frage aufwerfen, ob alle Gebiete des Mondes wirklich einen so großen Hitzeegrad erlangen. Es handelt sich ja hier nicht um die Temperatur der Luft, die sich überall ungefähr ausgleichen würde. Bei uns können zum Beispiel hochgelegene schroffe Felspartien in der Sonne sozusagen glühend heiß werden, während in der Niederung an ihrem Fuße durch das niederstickernde Wasser der Boden den ganzen Sommer hindurch wohltuend kühl bleiben kann. Auf dem Monde aber gibt es sehr viele solcher Niederungen, in denen sich Feuchtigkeit sammeln könnte, die ringwallumschlossenen Ebenen. Wir werden hier also zu der zweiten Frage in bezug auf die Lebensfähigkeit auf der Mondoberfläche geführt: Gibt es noch Wasser dort?

Daß das Wasser niemals eine bedeutende Rolle auf unserer Nachbarwelt gespielt haben kann, haben wir bereits auf ihrem Antlitz unzweifelhaft lesen können. Gleichzeitig aber vermuteten wir Bildung von Raureif, zum Beispiel beim Linné,



und auch von Feuchtigkeit, die bei höhersteigender Sonne gewisse Bodenflächen verdunkelt. Schnee und Reif sind Kristallisationsprodukte des Wassers, die sich sogleich aus dem luftförmigen Zustande bilden, ohne erst durch den tropfbaren Aggregatzustand zu gehen. Schnee bildet sich, wenn in den höheren kalten Regionen unserer Atmosphäre der Luftdruck zu gering wird, als daß der in der Luft aufgelöste Wasserdampf sich darin noch halten könnte, er geht dann sogleich in den festen Zustand über. Reif bildet sich, wenn Wasserdampf an kalten Gegenständen sich derart abkühlt, daß sich an ihnen das feste Wasser absetzen muß. Nehmen wir nun einmal an, die ungewöhnlich hell leuchtenden Bergspitzen und anderen Partien der Mondoberfläche beständen aus Eis, so wären auch zugleich die Bedingungen zur Reifbildung vorhanden. Die aufgehende Sonne bescheint das Eis und erzeugt Wasserdampf, der, an den benachbarten kalten Geländepartien vorbeistreichend, mindestens einen Teil seines Wassergehaltes wieder als Reif niederschlägt. Ein anderer Teil des Eises wird zu flüssigem Wasser und sickert in die Niederungen, die Wallebenen, hinab. Bis hierher sind wir also betreffs einer Möglichkeit des Lebens auf dem Monde auf keine unüberwindlichen Hindernisse durch die beobachteten Thatfachen gestoßen, vorausgesetzt einmal, daß jene hellen Gebiete des Mondes wirklich mit Eis bedeckt sind, und zweitens, daß die zweifellos sehr geringen Mengen von Luft auf dem Monde nicht im Widerspruch zu den hier vorausgesetzten Zuständen und physikalischen Vorgängen stehen.

Experimente zeigen, daß Eis im luftleeren Raume verdampft, auch wenn die umgebende Temperatur noch erheblich unter dem Schmelzpunkte steht. Bei absolutem Nullpunkte der Temperatur aber, dem die Mondoberfläche während der Nacht ausgesetzt ist, findet überhaupt keine physikalische oder chemische Reaktion mehr statt. Befände sich also auf dem Monde Eis, so würde es sich während mehr als der Hälfte des monatlichen Umlaufs wie ein unveränderliches Gestein verhalten. Erst einige Zeit nach Sonnenaufgang beginnt es zu verdampfen und müßte nun eine niedrige Atmosphäre von durchsichtigem Wasserdampf bilden, die sich unserer Wahrnehmung entzieht. Nebel oder Wolken können ja nur entstehen, wenn

dieser Wasserdampf sich in andern Gasen, wie denen, die unsere Atmosphäre bilden, zunächst löst, woraus der erstere sich dann bei vermindertem Druck oder sinkender Temperatur wieder ausscheidet. Übrigens hat man wiederholt geringe Spuren einer Nebelbildung bald nach Sonnenaufgang auf dem Monde entdeckt. Beobachtungen von Schmidt, Klein u. a. lassen keinen Zweifel darüber, daß der Mondboden oft von einem ganz tief liegenden Nebelschleier bedeckt ist, während die Erhebungen davon stets frei bleiben. Häufig erscheinen diese Nebel bei Mitten, die sie wie Brücken zu unterbrechen scheinen. Für solche Nebel- und Reißbildung sind auf dem Monde die nötigen Bedingungen jedenfalls gegeben.

Steigert sich die Bestrahlung des Eises im luftleeren Raume, so kann es doch nur ganz vorübergehend zur Bildung von tropfbarem Wasser kommen, denn auch dieses verdampft bald wieder. Wir sind auch hier in Übereinstimmung mit der Beobachtung, wenn wir die Verdunkelung des Platoinnern und anderer Stellen bald nach Sonnenaufgang durch ein Feuchtwerden des Bodens erklären. Namentlich, wenn sich in diesen oft mehrere tausend Meter tiefen Kesseln eine etwas dichtere Wasserdampf-Atmosphäre sammelt, kann diese den Boden länger vor allzu starker Bestrahlung schützen und ihn also länger feucht erhalten. Hier wären also durchaus die Bedingungen für das Aufkeimen eines niederen vegetabilischen Lebens während der ersten Tage der Sonnenbestrahlung gegeben, und die vorübergehende grüne Färbung einiger tiefliegenden Gebiete hätte gleichfalls ihre Erklärung gefunden. Man kann sich wohl denken, daß diese Kraterböden durch beständige Verdampfung des während des ganzen Tages weiter in sie herabsickernden Wassers so weit abgekühlt bleiben, daß die zwar verdorrtten Pflanzen ihre Keimfähigkeit durch allzu große Erhitzung nicht verlieren. Während der Nacht friert dann nicht nur alles wieder ein, sondern auch die ganze Wasserdampf-Atmosphäre schlägt sich wieder als Reif nieder. Damit ist ein Tageskreislauf vollendet. Wir konstatieren, daß wir durch die Annahme von Eis auf dem Monde nirgends in Widerspruch mit beobachteten Tatsachen gekommen sind, wenn wir im Vergleich mit den Verhältnissen auf der Erde die geringen Luftmengen be-

rücksichtigen, die den „meteorologischen“ Vorgängen auf dem Monde ein ganz anderes Gepräge geben müssen.

Auch die eigentümliche Gestaltung der Mareebenen wird uns durch diese Annahme klar. Wir können uns vorstellen, daß das vordem auch über die höheren Gebiete der Mondoberfläche weit verbreitete Eis schmelzend in die Tiefebene niederging, erfüllt mit Geröll, dem unserer Endmoränen ähnlich. Unter dieses Geröll versank das in der Mittagsglut frei werdende Wasser und sickerte in die tieferen Schichten der Mondkruste. So entstand ein ebener, mit Geröll und Felsbrocken übersäter Boden, so wie die Mareebenen sich in der Tat darstellen. Dieses „Schuttmeer“, wie man es bezeichnen könnte, überslutete die Reliefgestaltungen der ursprünglichen Mondoberfläche, so daß nur noch die einstmal's höchsten Ringgebirge vielfach allein noch mit ihren bedeutendsten Erhebungen über den Schutt und den verhärteten hellen Schlamm hervorragten.

Man könnte gegen diese Ansicht noch einwenden, daß bei dem Luftmangel des Mondes sehr viel Wasserdampf in den Weltraum verdunsten müsse, was bereits seit undenklichen Zeiten stattgefunden habe, weshalb er gegenwärtig kein Wasser in irgendeiner Form mehr besitzen könne. Nehmen wir aber das Mondgestein als locker und porös an (die Mondmasse besitzt nur 0,62 der Dichtigkeit der Erdmasse), so könnte es wohl schwammartig viel mehr Wasser festhalten, als die Erdoberfläche und die Verdunstung erschweren. Daß allerdings jedem Weltkörper schließlich alles Wasser entzogen werden muß, ist nicht zu bezweifeln. Das Ergebnis unserer Betrachtungen kann also nur sein, daß Wasser — meist in Form von Eis — wahrscheinlich früher in größeren Mengen auf dem Monde vorhanden war, und daß Spuren davon auch heute noch dort zu erkennen sind, die noch immer eine Art von meteorologischem Kreislauf auszuführen scheinen.

Auch noch eine Anzahl anderer eigentümlicher Gestaltungen der Mondoberfläche lassen sich nun erklären. Die niedrigen Hügelzüge in den Maren können wir als Aufwerfungen betrachten, die unvermeidlich wurden, als sich hier immer mehr von dem Geröll und dem sonstigen Material, das von den die Mare einschließenden Höhen herabgewälzt wurde, ansammelte.

Deshalb fehlen diese den irdischen ähnlichen Hügelketten auch gänzlich in den höher gelegenen Gebieten. Dagegen sieht man hier die Rillen, die sich als Aufspaltungen des einst schlammigen, dann erhärteten, aber noch immer im tektonischen Sinne sich gegen die Maresenkungen bewegenden Bodens völlig erklären. Auch ein Teil des Geheimnisses der Strahlensysteme ist gelöst. Ist einmal durch einen Stoß, den wir, als entweder von innen oder außen erfolgt, notwendig zur Bildung der strahlenförmigen Risse annehmen müssen, das Spaltensystem entstanden, so muß es sich mit Wasser aus den Tiefen der Mondkruste füllen. Das Wasser gefriert, und das Eis erglänzt für uns bei mittäglicher Beleuchtung. Was von ihm oben verdunstet, wird aus der Tiefe ersetzt.

Das große Rätsel bleibt freilich die Entstehung der Ringformen der Mondgebirge. Zwei Ansichten stehen sich da gegenüber: die vulkanische und die meteoritische.

Verleitet durch die, wie wir schon wissen, nur sehr oberflächlich zutreffende äußere Ähnlichkeit dieser Gebilde mit unsern Vulkanen, hat man die Abweichungen vom Typus der irdischen Vulkane durch mehr oder weniger komplizierte theoretische Ausführungen zu erklären versucht. Man benutzte dabei die Tatsache, daß die Schwerkraft auf der Mondoberfläche 5 bis 6 mal geringer ist als bei uns. Ist die Explosionskraft der vermeintlichen Mondvulkane also einstmals nur die gleiche gewesen, wie die der Erde, so konnten sie ihre Produkte doch entsprechend viel weiter fortschleudern. Bedenkt man nun, daß zum Beispiel bei der Explosion des Krakatau (siehe „Erdbeben und Vulkane“ S. 88) Bomben bis zu 50 Kilometern emporgeschleudert worden sind, so könnte man sich schon die Erzeugung eines Streukreises von den Ausdehnungen der Ringgebirge auf dem Monde als möglich vorstellen. Es waren namentlich die englischen Forscher Haskinith und Carpenter und in neuerer Zeit die Pariser Poey und Puijeux, die in ausführlichen Darstellungen die vulkanische Natur der „Mondkrater“ vertraten. Die ersteren meinten, daß durch die großen Mengen ausgeworfenen Materials Hohlräume entstehen müßten, worin die Oberfläche versank, um so die vertieften Kraterböden, jene charakteristische Erscheinung der Mondringe, zu bilden. Die

Pariser Forscher dachten sich dagegen diese Einsenkungen durch Blasen entstanden, die sich bei mächtigen Gasentwicklungen im Innern bildeten. Beim Plagen der Blase mußte dann ihre obere „Haut“ in die Tiefe sinken. Aus ihren Rissen aber strömte die Lava hervor, überflutete das Ringwallinnere und erzeugte so den flachen Kraterboden. Die Mareebenen sind große Senkungsgebiete, die auf dieselbe Weise entstanden, wie unsere Meere, nämlich durch den allgemeinen Schrumpfungsprozeß des Weltkörpers bei seiner allmählichen Abkühlung. In diese Senkungen soll sich auf dem Monde wieder die Lava aus dem Innern ergossen haben. Die Strahlensysteme sind nach den Pariser durch Aschenregen entstanden, die vom Winde über so große Teile der Mondoberfläche hingetrieben wären. Der Mond muß also nach dieser Ansicht einmal eine sehr beträchtliche Atmosphäre bejeffen haben, die von mächtigen, schnurgerade verlaufenden Orkanen durchbraut wurde. Diese Luft sei inzwischen vom Mondgestein absorbiert worden oder in den Weltraum verflüchtigt.

Da auch die vulkanische Tätigkeit der Erde in ihrem innersten Weisen noch keineswegs aufgeklärt ist, so versucht man also das Rätsel der Mondvulkane durch ein anderes Rätsel, das der irdischen Vulkane, zu lösen, wodurch im Grunde wenig geholfen ist. An sich kann man wohl den geheimnisvollen Vulkanen auch die großen Abweichungen von ihrer irdischen Norm auf dem Monde zumuten. Aber, es ist doch wohl nicht zu verkennen, daß sich dabei des Hypothetischen recht viel häuft. Ich kann und will hierauf nicht im einzelnen eingehen, besonders, da ich mich persönlich der meteoritischen Ansicht hinneige und deshalb nicht im Leser durch eine schärfere Diskussion Voreingenommenheit für die letztere Ansicht erzeugen möchte.

Auf recht schwachen Füßen aber steht jedenfalls die Deutung der „Strahlen“ als Aschenregen. Vulkanische Aschen können allerdings auch auf der Erde sehr weit vom Winde getragen werden, aber die bestreuten Gebiete verlaufen dabei ganz breit ins Unmerkliche und werden niemals mit der Entfernung vom Ausgangspunkte spitzer und schärfer. Es gibt eben keine schnurgerade verlaufenden, scharf begrenzten Windgebiete; sie sind eine physische Unmöglichkeit. Außerdem müßten

solche Windstraßen nach dem „Gesetz der Stürme“ in der Umdrehungsrichtung des Mondes gewunden sein, könnten also niemals geradlinig verlaufen. Ferner, wenn es einstmals eine so stark bewegte Atmosphäre auf dem Monde gab, so könnte die Asche nicht da liegen geblieben sein, wo sie fiel. Als bei dem großen Ausbruch des Vesuv im April 1906 auch unser schönes Capri ganz mit grauer Asche überdeckt worden war, blieb sie wohl zwei bis drei Wochen erkennbar liegen; dann waren nur noch Spuren davon aufzufinden. Endlich, wenn es so viel Luft auf dem Monde gab, so muß es auch viel Wasser dort gegeben haben, dessen Wirkung als gebirgbearbeitende Kraft gewiß deutlichere Spuren zurückgelassen haben müßte als diese losen Aschenregen. Solche Spuren sind aber nicht zu finden.

Dagegen könnten wohl einige Erscheinungen und Vorgänge, die wir vorhin einer möglichen Eiswirkung zuschrieben, auch Lavaergüssen aus dem Mondinnern ihren Ursprung verdanken, wie die Ausfüllung der strahlenförmigen Risse und der Marebecken. Seltsamerweise müßten aber in diesen Fällen die Ausflüsse mit großer Ruhe geschehen sein, während sonst eine für uns kaum vorstellbare wilde vulkanische Tätigkeit die Mondkruste zerrissen hat. Man müßte sich also zwei scharf voneinander geschiedene Perioden der Mondgeschichte denken, für deren Eintritt wieder eine hypothetische Annahme erforderlich und wohl auch zur Not zu finden wäre.

Vielleicht darf ich hier aber eine bereits an anderer Stelle („Im Bannkreis der Vulkane“, Seite 178 u. f. im Kapitel: „Feuer und Eis“) ausgesprochene Idee wiederholen, daß sich nämlich innerhalb verschiedener Temperaturstufen ganz ähnliche Erscheinungen zeigen müssen, daß beispielsweise bei tiefen Temperaturen das Eis sich ganz ähnlich verhalten würde, wie bei höheren Hitzeegraden die Lava. Man kann die Gletscher als Lavaströme einer späteren Entwicklungsstufe auffassen, die Geiser als Wasservulkane ansprechen. Unter übereisten Meeren können sich eingeschlossene Wasserreservoirs befinden, die das Magma dieser Stufe vorstellen, ußf. Der Mond könnte sich wohl auf solcher Stufe befinden, und es würde schwer für uns zu bestimmen sein, welcher Art in Wirklichkeit jenes Material ist,

das die Marebenen usw. ausgefüllt hat, wenn nicht die vorhin angeführten Wahrnehmungen, die wir an der Hand der wirklich beobachteten Temperaturverhältnisse prüften, doch für Wasser in den betreffenden Aggregatzuständen sprächen.

Die meteoritische Hypothese von der Entstehung der Mondkrater stützt sich zunächst auf die Tatsache der unmerklichen Lusthülle des Mondes und darauf, daß der Weltraum erfüllt ist von Massen, die mit planetarischer Geschwindigkeit beständig in die Erdatmosphäre schlagen. Von den jährlich durchschnittlich fünf Steinen, die wir wirklich aus dem Himmel fallen sehen, kann man schließen, daß in Wirklichkeit zwei bis drei täglich die Erde erreichen. (Siehe auch meine Kosmoschrift „Kometen und Meteore“, S. 81.) Aber eine sehr viel größere Zahl wird von der bedeutenden, durch ihre Reibung an der Luft erzeugten Hitze in Dampf aufgelöst oder in unauffindbar kleine Splitter zersprengt. Würde die Erde nicht jene schützende Atmosphäre besitzen, so müßten sich diese kosmischen Projektilen mit ungeheurer Gewalt in den Erdboden bohren und, durch den Anprall sich und den Boden erhitzend, Gebilde darin erzeugen, die in allen Stücken den Mondkratern vollkommen gleichen. Entsprechende Experimente, durch die man getreue Abbilder von Mondkratern erzeugt hat, haben dies bewiesen, wie die umstehende Abbildung\*) 31 zeigt. Sehr leicht kann man ein ähnliches Experiment mit einem Schneeball wiederholen, den man auf eine schon etwas erhärtete Schneeoberfläche wirft. Der Ball wird sich eingraben, die Oberfläche zu einem Ringwall aufwerfen und, wenn er genügenden Widerstand findet, auch in der Mitte einen „Zentralkegel“ zurücklassen. Hier haben wir also die Eigentümlichkeit der vertieften Kraterböden, die der vulkanischen Hypothese soviel Schwierigkeiten bereitet, als eine Notwendigkeit entstehen sehen. Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß die Erdoberfläche der des Mondes in dieser Hinsicht völlig gleichen würde, wenn unser Weltkörper wie jener keine Atmosphäre besäße. Die Wallebenen, Ringgebirge, Kratergruben und die Tausende von „Regentropfen“, die in den

\*) Das Bild wurde von Herrn Prof. Dr. Meydenbauer in Berlin freundl. zur Verfügung gestellt. Die aus seinen Forschungen hervorgegangene Theorie entstammt nicht dem Zufall, sondern der konsequenten Verfolgung offenkundiger Tatsachen.

erhärteten Teig der Mondoberfläche eingedrückt sind, bedürfen also überhaupt keiner andern Annahme einer Ursache zu ihrer

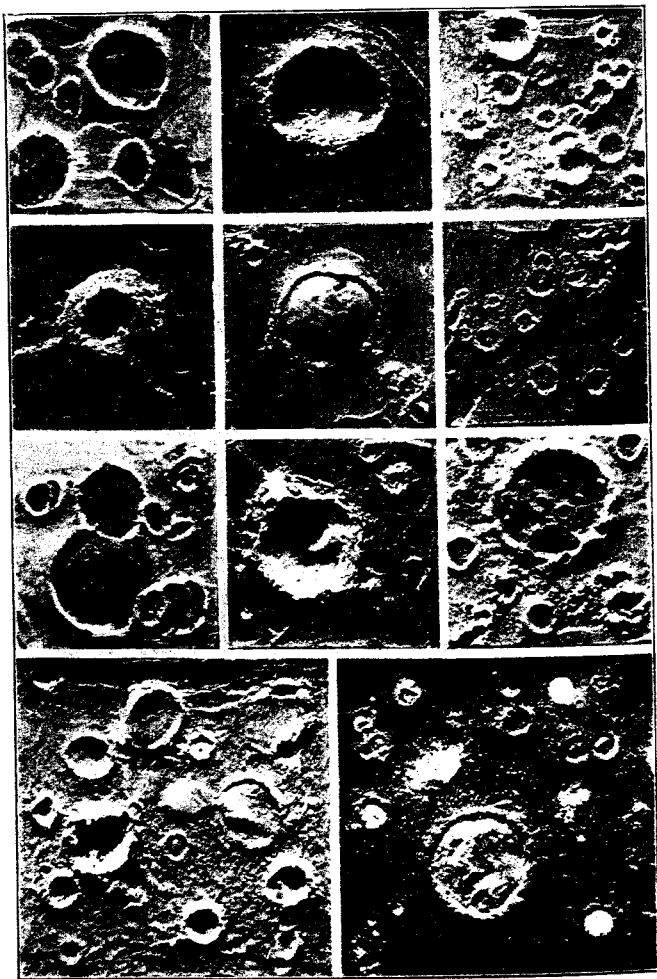


Abb. 31. Künstliche Mondkrater.

Entstehung, als die Beobachtung sie uns direkt liefert. Selbst die Erde besitzt heute noch einen regelrechten Mondkrater. Es

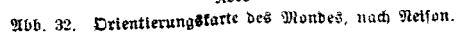


ist ein in Arizona im Gebiet des sogenannten Cañon Diablo befindliches Loch von 190 m Tiefe und 3,4 km Umfang, in dessen Umgebung man eine große Anzahl von verstreuten Meteoriten fand, während seine Entstehung vulkanisch nicht zu erklären ist. (Siehe die oben angezogene Schrift S. 77.) Wenn die gegen die Erde fliegenden meteoritischen Körper zu groß sind, so können sie von der Atmosphäre als schützendem Puffer nicht mehr aufgehalten werden.

Zwei Fragen sind hier indes noch aufzuwerfen. Kommen so große meteoritische Körper von hundert und mehr Kilometern Durchmesser im Weltraum überhaupt vor, wie sie zur Erzeugung der großen Ringgebirge des Mondes notwendig wären, und weiter, wenn sie vorkommen, weshalb sieht man außer jener einen keine Spur ihres Aufsturzes auf der Erde, die von ihnen ebenfogut getroffen werden müßte, wie ihr Begleiter, weil ihre Atmosphäre sie vor diesen gewaltigen Eindringlingen nicht mehr zu schützen vermag?

Die erste Frage ist dahin zu beantworten, daß es keinen Grund gibt, weshalb den Meteoriten im Weltraum irgendeine Grenze für ihre Größe gesetzt sein sollte, nur muß, wie in allen Gebieten, das Große entsprechend seltener sein wie das Kleine. Deshalb sind auf der Erde in der sehr kurzen Zeit, während deren die Menschheit diese Dinge beobachtet, noch keine sehr großen Meteore gesehen worden oder gar mit der Erde zusammengestoßen. In einem Falle hat man jedoch ein Meteor durch die Erdatmosphäre ziehen sehen, das einen Durchmesser von etwa einem Kilometer gehabt haben muß. Glücklicherweise ist es vorübergezogen, ohne Unheil anzurichten. Daß solches aber einmal geschehen könnte und vielleicht sogar in früheren Entwicklungszeitaltern der Erde geschehen ist, davon habe ich in meinem Kosmosbändchen vom Weltuntergange mehr gesagt.

Daß freilich, trotz der Einschränkungen, die das Vorhandensein einer Lufthülle und die abtragenden, verwischenden Wirkungen des Wasserkreislaufes bei uns bedingen, die Gestaltung der Erdoberfläche von der des Mondes so grundverschieden geblieben ist, muß noch eine besondere Ursache haben. Wir müssen in die Urzeiten der Planetenentwicklung zurückblicken, um hier Anhaltspunkte zu gewinnen.



Nach modernen Ansichten über die Entstehung der Weltkörper waren sie in ihren ersten Stadien spiralartig gewundene, wild durcheinander gewürfelte Massen, wie man sie am Himmel zu vielen Hunderten entdeckt. Hierneben ist eine solche werdende Welt (Abb. 33) abgebildet. Die einzelnen sichtbaren Massenknoten müssen sich mehr und mehr verdichten und zugleich zu Ringen ordnen, die die zentrale Hauptmasse umkreisen. Die Ringe des Saturn bestehen heute noch aus Milliarden solcher einzelnen Körperchen, Weltstaub, Meteoriten, die keine Gelegenheit gehabt haben, sich zu vereinigen, weil sich in den Ringen kein vorherrschender Massenknoten fand, der eine solche Vereinigung veranlaßt haben müßte. Bei den meisten andern Weltentwicklungen war dies jedoch der Fall.



Abb. 33. Etch in Sternverdichtungen auflösender Nebel. Aufgen. im Winter 1906/07 von M. Wolf in Geidelberg. (Aus Meyer, Weltchöpfung.)

Da war dann die Notwendigkeit des Aufsturzes kleinerer Körper auf den größten im weltbildenden Ringe gegeben. Es kommt nun nur darauf an, in welche Epoche der fortjchreitenden Entwicklung die Vereinigung des letzten großen Körpers des

Ringes mit der Hauptmasse fällt, um die Verschiedenheit des „Antlitzes der Erde“ von dem des Mondes zu erklären. Größere Körper kühlen sich langsamer ab; es ist also für sie mehr Wahrscheinlichkeit, daß die letzten derartigen Vereinigungen noch zu einer Zeit stattfanden, wo ein glühend flüssiges Meer den Hauptkörper überdeckte, in dem die niederstürzenden Nebenkörper verschwanden und schmolzen. Bei kleineren Körpern dagegen, wie dem des Mondes, dauerte der Vereinigungsprozeß noch fort, während sich längst eine feste Kruste gebildet hatte, die dann, wenn auch eine schützende Lufthülle fehlte, in der Weise durchlöchert werden mußte, wie es unsere Nachbarmwelt zeigt. Hierbei ist noch zu

erwähnen, daß der Aufsturz von Körpern desselben Ringes aufeinander nicht mehr mit jener kosmischen Geschwindigkeit erfolgt, die wir bei den meisten die Erde heute treffenden Meteoriten konstatieren, die aus dem Weltraum kommen und also vorher keine gemeinsame Bewegungsrichtung hatten wie jene Ringmassen. Die Kraft, die solche Körper zusammenführt, ist ja nur gleich der Differenz der Anziehungen und ursprünglichen Bewegungen. Unter Umständen kann also ein solches Projektil verhältnismäßig sehr langsam niedergehen oder auch nur die Oberfläche streifen, wie wir es uns für die Entstehung des großen Alpenquertals denken können. Bei kräftigerem Aufstoß dagegen kann die spröde Oberflächenschale zerspringen, eines jener merkwürdigen Strahlensysteme bildend, die uns schon so vielfach beschäftigt haben.

Wie die bei weitem meisten Himmelskörper, so werden auch die den ursprünglichen Ring bildenden Teilmassen meist Kugeln gewesen sein. Hatten diese auch ursprünglich nur selten eine zur Mondoberfläche senkrechte Bewegungsrichtung, so mußte sie doch im letzten Teile ihres Sturzes diese Richtung annehmen, weil nun die Anziehungskraft des Mondes vorherrschte. Daher die meist völlig kreisförmige Gestalt der Mondkrater. Man trifft aber auch wirklich nicht nur durch die Perspektive so erscheinende, elliptische und namentlich eiförmige Ringgebirge an, wie sie bei einem seitlichen Fall einer Kugel auf eine Kugelfläche in letztere eingeschlagen werden müssen. Namentlich hat Professor *Martus* neuerdings eine geometrische Untersuchung angestellt, indem er eine Reihe von Ringgebirgen, die uns perspektivisch verkürzt erscheinen, auf ihre wahre Form hin näher prüfte, wobei er fand, daß sie meist in Wirklichkeit eine eiförmige Gestalt haben, die in bestimmter Weise gerichtet ist, woraus ein gleichgerichteter Zug der niedergehenden Meteore folgt, entsprechend der soeben vorgetragenen Ansicht. Bestätigt sich dies in unzweifelhafter Weise, sind also wirklich die Formen der Ringgebirge nach einer kosmischen Richtung orientiert, so wäre dies ein strikter Beweis für die kosmische Herkunft der erzeugenden Projektile.

In neuester Zeit wirft nun in alle diese Fragen das wunderbare *Radium* seine eigentümlichen Strahlen. Dieser

noch immer so geheimnisvolle Stoff strahlt bekanntlich außer Licht auch beständig Wärme aus. Er oder seine „Emanation“ ist in allen Gesteinen der uns zugänglichen Erdkruste zu finden, und man hat berechnet, daß die zwar sehr geringen darin enthaltenen Mengen mehr als genügen, um durch ihre Wärmeabgabe die Ausstrahlung der Erdwärme in den Weltraum zu ersetzen. Diese Ausstrahlung und die Wärmeerzeugung im Erdinnern müssen sich nun derart die Wage halten, daß eine feste Kruste von bestimmter Dicke bestehen bleibt, unter der das glühend-flüssige Innere beginnt, das nicht mehr „radioaktiv“ ist. Nehmen wir nun an, daß die Gesteine des Mondes ebensoviel Radium enthalten wie die der Erde, so läßt sich zeigen, daß der kleinere Mond wegen seiner stärkeren Ausstrahlungsfähigkeit eine wesentlich dünnere feste Kruste besitzen muß, damit das glühend-flüssige Innere einen ebenso schnellen Ersatz dafür zu geben vermag. Das „Wärmegefälle“ des Mondes nach seinem Innern hin muß unter dieser Voraussetzung ein viel bedeutenderes sein, als das der Erde. Man hat berechnet, daß man nach den auf der Oberfläche vorgefundenen Radiummengen bei uns in etwa 45 km Tiefe eine Temperatur gleich der der flüssigen Lava antreffen müßte, beim Monde aber schon 7 km unter seiner Oberfläche. Sind alle die hier gemachten Voraussetzungen und Beobachtungen richtig, was allerdings zunächst noch angezweifelt werden darf, so würde dies ein wesentlich klärendes Licht auf den Zustand der Mondoberfläche werfen. Die viel dünnere Kruste würde leichter durchschlagen werden können als die der Erde. Ist einmal die spröde Oberfläche selbst durchdrungen, so trifft man bald auf einen mehr oder weniger plastischen Zustand des Gesteins, der das Aufwerfen der Ringwälle erleichtert. In den Kraterböden, die dem heißen Innern wegen des schnellen Wärmegefälles merklich näher sind als ihre Umgebung, vermag sich eine das Leben dauernd ermöglichende Temperatur zu erhalten, die auch den im Plato vermuteten „Tauptrozeß“ erklären würde.

Andererseits könnten aber auch die Anhänger der vulkanischen Ansicht eine Unterstützung ihrer Theorie in der geringen Tiefe des Magmas finden, das den vulkanischen Vorgängen zugrunde liegt. Nimmt man letztere aber im rein irdischen Sinne,

so wäre es gerade bei der leichteren Durchbringlichkeit der Mondkruste nicht zu verstehen, weshalb die schneller ihren Ausweg findenden vulkanischen Kräfte sich dort zu so gewaltigen Explosionen häufen konnten. Wo sich eine Maschine selbst so leicht so viele Sicherheitsventile schaffen kann, da sind eben solche Rieserexplosionen physikalisch nicht zu erklären. Die große Anhäufung riesiger Krater an bestimmten Stellen der Mondoberfläche scheint mir überhaupt ein Argument gegen ihre vulkanische Natur zu sein. Höchstens, wenn man sich die Mondkrater aus Blasen entstanden denkt, mit denen sich im Innern erzeugte Gase befreien, könnte die dünne Kruste als förderlich geltend gemacht werden. Da diese aber gegenwärtig noch vorhanden sein müßte, so ist nicht einzusehen, weshalb die vulkanische Tätigkeit inzwischen so sehr abgenommen haben sollte. Ich kann mich deshalb, wie man die Dinge auch drehen und wenden mag, der Überzeugung nicht erwehren, daß die Reaktion des Mondinnern gegen seine Oberfläche niemals wesentlich anders gewesen ist, wie auf der Erde, so daß wohl eine ganze Anzahl von kleinen und kleinsten Mondkratern, die sich namentlich auch auf den Rillen reihenförmig geordnet haben, wie die Vulkane der Erde längs ihrer alten Bruchlinien, als wirklich vulkanischen Ursprungs anzusprechen, und auch die beobachteten Neubildungen dieser fortdauernden Tätigkeit zuzuschreiben sind, während alle die auffälligen Ringbildungen jenem kosmischen Prozesse ihren Ursprung verdanken, der nur in den ersten Stadien der Weltbildung an der eigentümlichen Ausgestaltung der Mondoberfläche tätig gewesen ist. Die großen Mareebenen jedoch, die zwar auch teilweise kreisförmig sind und auch sonst, wie wir sahen, viel Ähnlichkeit mit ungeheuren Wallebenen zeigen, verdanken ihre Entstehung demselben geologischen Vorgange, wie die der irdischen Meere. Sie sind Einsenkungsgebiete, die der notwendige Schrumpfungsprozeß der alternden Weltkörper mit sich bringen muß.

Suchen wir uns nun, am Schlusse unserer Betrachtungen über unsere Nachbarwelt, ein Gesamtbild von ihr zu entwickeln, so müssen wir zu der Überzeugung gelangen, daß alle die so grundverschiedenen Züge, die wir im Vergleich mit unserer eigenen Welt dort drüben entdeckten, allein aus der geringeren

Größe des Mondes physikalisch zu erklären sind. Diese bedingte, um noch einmal zu rekapitulieren, sein schnelleres Erkalten und zugleich seinen Luftmangel, weil die geringere Anziehungskraft der kleineren Masse das schnelle Entweichen der Gase in den Weltraum nicht verhindern konnte. Die früher als auf der Erde erstarrte Kruste wurde von den noch vorhandenen Tausenden von kleineren Monden, welche als Ring um die Erde kreisten, teilweise durchschlagen: es entstanden die Ringgebirge und die verwandten Gebilde oder, wenn die Kruste dabei zersprang, wie eine Glasscheibe, durch die man einen Stein wirft, die Strahlenysteme. An einigen Stellen regneten die kosmischen Projektile förmlich auf die Mondfläche herab. Die „versteinerten Regentropfen“ überziehen heute weite Mondgebiete. Das dem Monde bei seiner Geburt mitgegebene Wasser mußte bald auf seiner Oberfläche erstarren und konnte deshalb dort nicht die abtragende und ausgestaltende Rolle spielen, wie wir sie bei uns beobachten. Die Gestalt der Oberfläche blieb im wesentlichen unverändert; nur mußte, als der sich ursprünglich jedenfalls schneller um seine Achse drehende Mond allmählich den langen Tag mit seinen extremen Bestrahlungsverhältnissen erhalten hatte, jener eigentümliche meteorologische Kreislauf eintreten, den ich oben beschrieben habe. Durch ihn wurde das Eis in die Niederungen geführt, die sich inzwischen bei der fortschreitenden Erkaltung des Mondes ebenso gebildet hatten, wie die Erde Meeresbeden erhielt, nur daß dort oben die „Mare“ sich zu ungeheuern Endmoränen ausgestalteten. Der fortschreitende Senkungsprozeß bedingte ein Aufreißen des Bodens, einen Vorgang, den wir auch auf der Erde ganz ähnlich wahrnehmen, wenn bei Erderstütterungen Spalten entstehen. Auf dem Monde bleiben diese „Grabenbrüche“ teilweise unausgefüllt; wir sehen sie als Rillen.

Wie fremdartig uns auch das Antlitz des Mondes entgegensieht, so haben wir doch erkennen müssen, daß alle die Wunder und Seltsamkeiten dieser andern Welt unserm tiefer blickenden Verständnisse kaum ferner liegen, als vergleichsweise einem Bewohner der Tropen die Welt innerhalb der Polarkreise. Auf den ersten oberflächlichen Blick haben die Welten dieser beiden Zonen kaum irgendeinen Vergleichspunkt. Je tiefer wir aber in

die allgemeinen kosmischen Züge eindringen, die beide Erdzonen verbinden, desto mehr erkennen wir, wie überall aus gleichen Elementen mit gleichen Kräften eine Vielartigkeit aufgebaut wurde, deren einzelne Glieder immer wieder ihre tief innerliche Verwandtschaft, die große Einheit des Ganzen, hervorleuchten lassen.

So tritt denn auch die große Frage des Lebens auf dem Monde schließlich noch einmal hervor. Menschen, intelligente Wesen, die einen ähnlichen Entwicklungsgang genommen haben, wie wir, mit denen wir in nachbarliche Verbindung treten könnten, kann es dort nicht geben. Keine Spur ist davon gefunden worden, die selbst einer kühnen Phantasie Anhaltspunkte zu geben vermöchte. Dagegen wird die Möglichkeit eines vegetabilischen Mondlebens, das sich uns durch vorübergehende grünliche Färbungen der Mondoberfläche verrät, durch keine anderen beobachteten Tatsachen entkräftet. In den Bergschluchten und Kraterböden kann sogar ein derart kräftiger Kreislauf des Wassers stattfinden, namentlich wenn man das wärmestrahkende Mondinnere der Oberfläche näher annimmt, als es den Verhältnissen der Erde entsprechen würde, daß man in diesen Niederungen selbst die Bedingungen für eine höher entwickelte Vegetation sich als vorhanden denken kann. Nichts hält uns ab, uns hier etwa das Vorhandensein einer Art Alpenflora vorzustellen, die sich ja auch bei uns an ziemlich extreme Temperaturwechsel gewöhnen mußte, da auch hier die dünnere Luft eine starke Sonnenbestrahlung bedingt. Ein Edelweiß, das sich an eine kahle, nach Süden gerichtete Felswand klammert, wird zwischen Tag und Nacht einem Temperaturwechsel des wärmenden Bodens von vielleicht mehr als  $50^{\circ}$  ausgesetzt sein. Es hat sich darauf eingerichtet, ihn ertragen zu können, ebenso, wie die lange Winterzeit sein verborgenes Leben nicht zu vernichten imstande ist. Nichts widerspricht der Ansicht, daß es Gebiete der Mondoberfläche gibt, in denen Nebelbildungen, die wir gelegentlich sogar von uns aus über sie hingelagert sehen, niederrieselndes Wasser, in das sich der nächtlich entwickelte Reif auflöst, Verdunstung während der ganzen Zeit des 14 tägigen Mondtages, der zugleich dort die Sommerszeit ist, keinen wesentlich größeren Temperaturwechsel zulassen, als er zur Sommerszeit unsere

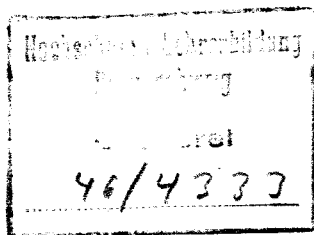


Almregionen sich so üppig entwickeln läßt. Dann aber sehen wir plötzlich das Antlitz des Mondes uns nicht mehr mit jener Todesstarre entgegengrinsen, in der es eine allzu reaktionäre Forderung der letzten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts gegenüber den Phantasien früherer Mondbeobachter sah, sondern es belebt sich lieblich mit blumigen Alpenwiesen, von weißstrahlenden Berggrieten überragt, von deren steilen Felswänden Wildtobel niederbrausen, während weiter unten sich dunkle Moorgründe breiten, die erst die Mittagssonne austrocknet.

Und von hier kann die Phantasie, die Grenzen wissenschaftlicher Möglichkeiten nicht überschreitend, das Bild des Lebens auf dieser uns liebgewordenen Nachbarwelt noch unendlich vielseitig ausgestalten. Welche Fülle animalischen Lebens bergen unsere Almwiesen! Da ist das farbenfrohe Gewimmel der Käfer und Schmetterlinge, das geschäftige, kluge Volk der Ameisen. In einem andern Kosmosbändchen hat man Wunderdinge von diesen uralten Erdenbewohnern gehört. Man streitet sich deswegen, ob es Intelligenz oder Instinkt sei, der sie all jene erstaunlichen Handlungen ausführen läßt. Jedenfalls aber muß in diesen kleinen Ameisenkörpern ein hochentwickeltes Nervensystem vorhanden sein, das bei weiterer Entwicklung vielleicht zu keiner geringeren Höhe hätte aufwachsen können als das Nervensystem des Menschen. Das Geschlecht der Insekten schien einmal in der Erdentwicklung bestimmt, diesen Weg bis zum Gipfel zu gehen. Zur Zeit, als jene Unkrautwälder die Erde bedeckten, die wir heute als Steinkohlen wieder aus ihren Eingeweiden wühlen, beherrschten die Ameisen als die höchst entwickelten Wesen, als die Menschen dieser Epoche, ihre Welt. Da gestalteten sich die physischen Verhältnisse dieser Welt ungünstiger für die Entwicklung des Insektengeschlechtes und ließen ein anderes größeres aufkommen. Der eine Zweig am Lebensbaume verkümmerte, ohne ganz zu verdorren, ein anderer Zweig, der heute das Menschengeschlecht als Krone trägt, sproßte auf. Wenn nun, so frage ich, den engeren Lebensbedingungen des Mondes angepaßt, sich dort die Insektenwelt bis zu einer für uns ungeahnten Höhe entwickelt hätte, so könnten ganz wohl intelligente Wesen, uns in dieser Richtung durchaus ebenbürtig, äußerlich aber dem Ameisenvolke ähnlich, dort oben

leben und durch das Zweigwerk ihrer Wiesengründe die große Erdscheibe schimmern sehen, ihren Mond, an den sie, voll Sehnsucht, ihresgleichen dort zu entdecken, dieselben Fragen stellen, wie wir an unsern stillen Begleiter, von dessen Besuche wir nun zurückkehren, überzeugt, daß diese Welt vielleicht doch der unsrigen nicht gar so unähnlich ist, wie es der erste Blick uns vermuten ließ.

Alles, alles spricht dafür, daß wir mit unserer kleinen Erde nicht einsam sind im weiten Weltenraume. Suchen wir weiter nach Brüdern jenseits unsres engen Dunstkreises!



# Sachregister.

- Agrippa 37  
 Alpen 65  
 Anaxagoras 52  
 Anzahl der Mondkrater 38  
 Apenninen 65  
 Arago 55  
 Ariadaeus 55  
 Aristarch 52  
 Aschenregen 83  
 Barnard 71  
 Bedeckung 19  
 Begründen 65  
 Bewegung des Mondes um seine Achse 12  
 Brennpunkt 20  
 Brennweite 20  
 Bruchlinien 59  
 Carpenter 32. 36. 82  
 Clavius 43  
 Curtius 47  
 Dichtigkeit der Mondmasse 81  
 Durchmesser des Mondes 9  
 Eis 79  
 Entfernung des Mondes 8  
 Erdschein 17  
 Fauth 33. 34. 35. 47. 62  
 Fernrohr 20  
 Flußläufe 56  
 Fracastorius 64  
 Franz 67  
 Gaffendi 65  
 Gebirgsbildende Kräfte 66  
 Gesamtbild 93  
 Gobin 36  
 Grabenbrüche 59  
 Gruthuisen 56  
 Gähns 65  
 Herodot 74  
 Herschel 68  
 Huginus 55. 71  
 Huginusrillen 55  
 Ideale Mondlandschaften 18  
 Laplace 64  
 Karpathen 65  
 Kaufasus 65  
 Kepler 52  
 Klein 32. 71. 80  
 Kopernikus 34. 43  
 Krater 43  
 Krieger 32. 33. 71  
 Lange Wand 59  
 Leben auf dem Monde 94  
 Lebensfähigkeit auf der Mondoberfläche 78  
 Leitztern 29  
 Vibration 10  
 Licht des Mondes 29  
 Sinné 69  
 Lohrmann 32  
 Loewy 50. 82  
 Luftlosigkeit des Mondes 19  
 Lunation 11  
 Mädler 32. 53  
 Mare Crisium 41. 65  
 Mareebenen 39  
 Mare Foecunditatis 41  
 Mare Frigoris 60  
 Mare Humorum 65  
 Mare Imbrium 33. 36. 40. 60  
 Mare Nubium 40  
 Mare Serenitatis 40  
 Mare Tranquillitatis 41  
 Martus 91  
 Meßler 53  
 Meteorologische Vorgänge auf dem Monde 81  
 Mendebauer 85  
 Mondalpen 60  
 Mondfinsternis 7  
 Mondarten, totale 14  
 Mondarten, photographische 31  
 Mondkrater, meteoritische Hypothese von ihrer Entstehung 85  
 Mondlandschaften, ideale 18  
 Mondumlauf 11  
 Mond zu photographieren 27  
 Montblanc 60  
 Nachtausbruch eines Mondvulkans 68  
 Nasmyth 32. 36. 82  
 Nebelbildung 80  
 Nebelschleier 80  
 Nelson 37. 45. 55. 73  
 Niveaufarte des Mondes 67  
 Objectiv 20  
 Objectivvergrößerung 21  
 Oceanus Procellarum 40  
 Öffnungsverhältnisse 22  
 Oular 20  
 Orientierungskarte 34 des Mondes 88; 89  
 Parallaxe des Mondes 8  
 Parallaxenmessung 8  
 Phalenwechsel 6  
 Picturing 29. 74. 75  
 Pico 63  
 Plato 72  
 Prinz 35  
 Proflus 52  
 Putzger 50. 82  
 Quartal der Alpen 60  
 Radium 91  
 Refraction, atmosphärische 16  
 Reif 79  
 Reifbildung 80  
 Rille bei Herodot 56  
 Rillen 54  
 Ringgebirge 43  
 Ritter 55  
 Sabine 55  
 Schmidt 32. 34. 69. 80  
 Schneckenberg 56  
 Schnee 79  
 Schwerkraft auf der Mondoberfläche 82  
 Secchi 35  
 Sinus Iridum 64  
 Sonnenfinsternis 7 auf dem Monde 14  
 Stereoskopische Bilder 10  
 Strahlenbrechung 16  
 Strahlensystem 50. 82  
 Taurusgebirge 65  
 Temperaturverhältnisse 75  
 Theophilus 50  
 Triessnederrillen 59  
 Tycho 50  
 Veränderungen auf der Mondoberfläche 69  
 Verv 76  
 Vesuvtegel 48  
 Vulkan, irdische 26  
 Vulkanische Natur der Mondkrater 82  
 Wallebene 43  
 Wasser 78  
 Weinert 32. 58

# Ein großes Maß naturwissenschaftlichen Wissens

zu besitzen, ist eine Forderung  
an alle, denen das Attribut  
der allgemeinen Bildung nicht  
■ abgesprochen werden soll! ■

Wer Natur-Kenntnis und -Erkenntnis erlangen oder seine Kenntnisse vertiefen will, tut gut, sich dem „**Rosmos**“, der bedeutendsten Vereinigung von Naturfreunden (Sitz in Stuttgart), anzuschließen.

**Die Pflichten der Mitglieder**  
sind sehr klein, sie bestehen nur in der Leistung eines  
**jährlichen Beitrages von M 4.80.**

(Beim Bezug durch den Buchhandel 20 Pfg. Beistellgeld, durch die Post Porto extra.)

Demgegenüber sind die **Rechte der Mitglieder ungleich größer:**

Die Mitglieder erhalten laut § 5 als Gegenleistung für ihren Jahresbeitrag i. J. 1909 kostenlos:

## **I. Rosmos, Handweiser für Naturfreunde.**

Erscheint zwölfmal jährlich. Reich illustriert. Preis für Nichtmitglieder M 2.80.

## **II. Die ordentlichen Veröffentlichungen.**

Nichtmitglieder zahlen den Einzelpreis von M 1.— pro Band.

Francé, R. H., **Bilder aus dem Leben des Waldes.**

Meyer, Dr. W. Wilh., **Der Mond.**

Bölsche, Wilh., **Der Mensch der Vorzeit.**

Sajo, Prof. R., **Die Biene.**

Floeride, Dr. R., **Die Kriechtiere und Lurche Deutschlands.**

**III. Das Recht,** die außerordentlichen Veröffentlichungen des laufenden Jahres und die Veröffentlichungen früherer Jahre oder sonstige im „Rosmos“ den Mitgliedern regelmäßig angebotene Werke (darunter solche von W. Bölsche, Dr. R. Floeride, R. H. Francé, Prof. Gustav Jaeger, Prof. Sauer u. a.) zu einem ermäßigten Subskriptionspreise zu beziehen.

(Das Vereinsjahr läuft von Januar bis Dezember.)

Jede Buchhandlung nimmt Beitritts erklärungen entgegen und besorgt die Zusendung. Gegebenenfalls wende man sich an die Geschäftsstelle des Rosmos in Stuttgart.

**Jedermann kann jederzeit Mitglied werden;**  
**bereits Erschienenenes wird nachgeliefert.**



## Sagung.



- § 1. Die Gesellschaft Rosmos will in erster Linie die Kenntnis der Naturwissenschaften und damit die Freude an der Natur und das Verständnis ihrer Erscheinungen in den weitesten Kreisen unseres Volkes verbreiten.
- § 2. Dieses Ziel sucht die Gesellschaft zu erreichen: durch die Herausgabe eines den Mitgliedern **kostenlos** zur Verfügung gestellten naturwissenschaftlichen Handweisers (§ 5); durch Herausgabe neuer, von hervorragenden Autoren verfaßter, im guten Sinne gemeinverständlicher Werke naturwissenschaftlichen Inhalts, die sie ihren Mitgliedern **unentgeltlich** oder zu einem **besonders billigen Preise** (§ 5) zugänglich macht usw.
- § 3. Die Gründer der Gesellschaft bilden den geschäftsführenden Ausschuß, wählen den Vorstand usw.
- § 4. **Mitglied kann jeder werden**, der sich zu einem Jahresbeitrag von M 4.80 = R 5.80 h ö. W. = Frs 6.40 (exkl. Porto) verpflichtet. Andere Verpflichtungen und Rechte, als in dieser Satzung angegeben sind, erwachsen den Mitgliedern **nicht**. Der Eintritt kann jederzeit erfolgen; bereits Erschienenes wird nachgeliefert. Der Austritt ist gegebenenfalls bis 1. Oktober des Jahres anzuzeigen, womit alle weiteren Ansprüche an die Gesellschaft erlöschen.
- § 5. Siehe vorige Seite.
- § 6. Die Geschäftsstelle befindet sich bei der **Franch'schen Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Pfisterstraße 5**. Alle Zuschriften, Sendungen und Zahlungen (vergl. § 5) sind, soweit sie nicht durch eine Buchhandlung Erledigung finden konnten, dahin zu richten.

# ≡≡≡ RosmosHandweiser für Naturfreunde. ≡≡≡

Erscheint jährlich zwölfmal und enthält:

**Original-Aufsätze** von allgemeinem Interesse aus sämtlichen Gebieten der Naturwissenschaften. Reich illustriert.

**Regelmäßig orientierende Berichte** über Fortschritte und neue Forschungen auf den verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaft.

**Interessante Miscellen.**

**Mitteilungen über Naturbeobachtungen, Vorschläge und Anfragen** aus unserem Leserkreise.

**Bibliographische Notizen** über bemerkenswerte neue Erscheinungen der deutschen naturwissenschaftlichen Literatur.

Dazu die illustrierten Beiblätter:

**Wandern und Reisen. Aus Wald und Heide. Photographie und Naturwissenschaft. Technik und Naturwissenschaft. Haus, Garten und Feld.**

Der „Rosmos“ kostet Nichtmitglieder jährlich M 2.80.  
**Probehefte durch jede Buchhandlung oder direkt.**

Im Jahre 1909 erhalten die Mitglieder außer der reichhaltigen Vereinszeitschrift (jährlich 12 umfangreiche, reich illustrierte Hefte) die folgenden ordentlichen Veröffentlichungen gratis:

Wilh. Bölsche  
**Der Mensch der Vorzeit**

In farbigem Umschlag, reich illustriert

Preis geh. M 1.— = R 1.20 h ö. W.; gebdn. M 1.80 = R 2.16 h ö. W.

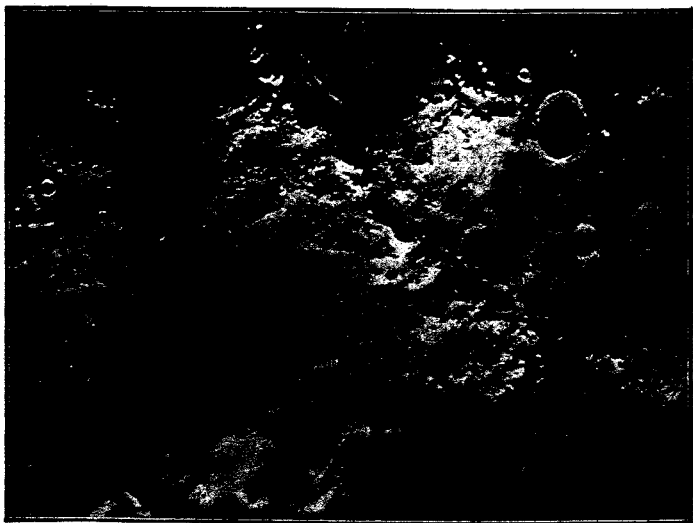


Ein neues Werk von Wilh. Bölsche bedeutet für die naturwissenschaftlich interessierten Kreise stets ein Ereignis. Dieser Band gibt Antwort auf alle Fragen, die die Forschung auf dem Gebiete des prähistorischen Menschen hervorgerufen hat. Die Arbeit geht keinem der großen Probleme aus dem Wege. Um nur ein paar Punkte herauszugreifen, so handelt sie von der Entstehung der Sprache; von der Zerteilung der Rassen; vom Ursprung der Technik im Werkzeug, in der Kleidung, in der künstlichen Feuererzeugung, in der Wohnung als Höhle, Zelt, Pfahlbau; von den Anfängen des Sozialen und der Moral, von Urfamilie und Urehe; von der Morgenröte der Kunst, ein Gebiet, das der Verfasser ganz besonders liebevoll behandelt; von der Stellung des Urmenschen zur übrigen belebten Natur, von den ersten Haustieren und Kulturpflanzen; vom Kampf mit den großen noch hereinragenden geologischen Gewalten, von der Eiszeit, der europäischen Steppenzeit, der diluvialen Tierwelt; von den Paradies- und Einflusssagen und ihrem wissenschaftlichen Ersatz. Indem der Verfasser den Faden seiner spannenden Darstellung genau da aufnimmt, wo seine Schrift „Die Abstammung des Menschen“ abbricht, bietet das Buch zugleich eine willkommene Fortsetzung dieses vielgelesenen Werks.

**Dr. M. Wilh. Meyer**  
**Der Mond**

In farbigem Umschlag, reich illustriert

Preis geh. M 1.— = R 1.20 h ö. W.; gebdn. M 1.80 = R 2.16 h ö. W.



Mondphasen, Finsternisse, die Gebirgswelt und die Krater unseres Erabanten, seine physische Beschaffenheit und viele andere Fragen finden in diesem Bande eingehende, fundige Darstellung, durch viele Abbildungen (zum Teil Originalaufnahmen) erläutert. Der Leser lernt eine ganz neue Welt kennen, deren Verschiedenheit von der ihr nahen Erdenwelt er nach dem Studium des Werkes physisch und genetisch begreifen wird.

**R. G. Francé**

**Bilder aus dem Leben des Waldes**

In farbigem Umschlag, mit 2 Kunstidruck-  
: tafeln und zahlreichen Textbildern. :

Preis geh. M 1.— = R 1.20 h ö. W.; gebdn. M 1.80 = R 2.16 h ö. W.

Warum sind die Blätter grün? Warum gibt es nicht überall Wälder auch unter natürlichen Verhältnissen? Warum tragen unsere Waldbäume nur unscheinbare Blüten? Wozu gibt es Moose und Pilze im Wald? Warum wachsen die Waldbäume gesellig? Warum sind im Tannenwald andere Blumen und Sträucher als im Buchen- oder Eichen- oder Föhrenwald? Warum sind die Wälder verschieden? Wo-

Wer rührt die verschiedene Blattgestalt der Bäume? Warum verehrte das deutsche Altertum die Wälder? Was nützen die Insekten dem Walde?

Diese und noch viele andere Fragen beantwortet das neue Buchlein Francés, das eine kurze Naturgeschichte alles dessen bietet, was dem denkenden Naturfreund auf einer Waldwanderung anziehend und geheimnisvoll entgegentritt. Er legt seinen Lesern aus der Tiefe des Waldlebens neue Tatsachen vor, er erzählt, wie sich die Bäume gegen



das Licht wehren, welche Hilfsmittel sie anbieten, um es ökonomisch auszunützen; er greift auf die Kulturgeschichte über, entrollt entzückende Bilder des sinnigen Baumkultes unserer Altvorderen, er streut Wissen, Gedanken, Anregungen aus mit seiner schlichten Erzählerkunst und seiner innigen Naturliebe, deren Duft heiß aus seinem neuen Werke weht, daß es sehnsüchtig und feierlich stimmt, wie der Hochwald, von dem es handelt, in seinem tief sinnigen Schweigen.

**Dr. R. Floeride**  
**Die Kriechtiere und Lurche**  
**Deutschlands**

In farbigem Umschlag, reich illustriert.

Preis geh. M 1.— = R 1.20 h ö. W.; gebdn. M 1.80 = R 2.16 h ö. W.

Floeride, unser so rasch beliebt gewordener Zoologe, beschenkt uns mit einem Bändchen über unsere großenteils bekannten Amphibien und Reptilien, von deren geheimnisvollem Leben und Treiben jedoch die wenigsten



# : : Die ordentlichen Veröffentlichungen :

der früheren Jahre stehen neu eintretenden Mitgliedern,  
solange Vorrat, zu Ausnahmepreisen zur Verfügung

## Jahrgang 1904

(Handweiser vergriffen) zusammen für M 4.— (Preis für Nicht-  
mitglieder M 5.—) gebd. für M 6.20 (für Nichtmitglieder M 9.—):

Bölsche, W., Abstammung des  
Menschen.

Meher, Dr. M. Wilh. (Urania-  
Meher), Weltuntergang.

Zeß, Dr. Th., Ist das Tier un-  
nützig? (Doppelband.)  
Meher, Dr. M. Wilh. (Urania-  
Meher), Welterschöpfung.

## Jahrgang 1905

(Handweiser vergriffen) zusammen für M 4.— (Preis für Nicht-  
mitglieder M 5.—) gebd. für M 6.75 (für Nichtmitglieder M 10.—):

Franck, R. S., Das Sinnesleben der  
Pflanzen.

Bölsche, Wilhelm, Stammbaum der  
Tiere.

Zeß, Dr. Th., Tierfabeln.  
Zeichmann, Dr. C., Leben und Tod.  
Meher, Dr. M. Wilh. (Urania-  
Meher), Sonne und Sterne.

## Jahrgang 1906

zusammen M 4.80 ungebounden (für Nichtmitglieder M 7.80)  
und gebunden für M 7.55 (für Nichtmitglieder M 12.80):

Rosmos, Handweiser für Naturfreunde.

1906: 12 Hefte (Preis für Nichtmit-  
glieder M 2.80).

Franck, R. S., Das Tieresteben der  
Pflanzen.

Meher, Dr. M. Wilh., Die Wäffel der  
Erdbälle.  
Zeß, Dr. Th., Streifzüge durch die  
Tierwelt.  
Bölsche, Wilh., Im Steinkohlenwald.  
Went, Dr. W., Die Seele des Kindes.

## Jahrgang 1907

zusammen M 4.80 ungebounden (für Nichtmitglieder M 7.80)  
und gebunden für M 7.55 (für Nichtmitglieder M 12.80):

Rosmos, Handweiser für Naturfreunde.

1907: 12 Hefte (Preis für Nichtmit-  
glieder M 2.80).

Franck, R. S., Streifzüge im Wasser-  
tropfen.

Zeß, Dr. Th., Stranzenpolitik.

Meher, Dr. M. Wilh., Kometen und  
Meteore.  
Zeichmann, Dr. C., Fortpflanzung und  
Zeugung.  
Floeride, Dr. R., Die Vögel des  
deutschen Waldes.

## Jahrgang 1908

zusammen M 4.80 ungebounden (für Nichtmitglieder M 7.80)  
und gebunden für M 7.55 (für Nichtmitglieder M 12.80):

Meher, Dr. M. Wilh., Erdbeben und  
Vulkane.

Zeichmann, Dr. C., Die Vererbung als  
erhaltende Macht im Flusse or-  
ganischen Geschehens.

Sajó, Krieger, Frieden im Ameisenstaat.  
Deller, Naturgeschichte des Kindes.  
Floeride, Dr. R., Säugetiere des  
deutschen Waldes.

Jeder reich illustrierte Band ist auch einzeln käuflich  
und kostet Nichtmitglieder geheftet M 1.—, fein gebunden M 2.—.

Der Handweiser 1906 und ff. enthält u. a. die berühmten Schilderungen aus dem  
Insektenleben von J. S. Fabre, Aufsätze von Franck etc.

Die sämtlichen noch vorhandenen Jahrgänge der Rosmos-Veröffentlichungen  
(s. obige Zusammenstellung) liefern wir an Mitglieder:

geheftet für M 22.40 (Preis für Nichtmitglieder M 33.40)

gebunden für M 35.00 ( " " " " M 57.40)

aus gegen kleine monatliche Ratenzahlungen.

*Die Zeitschrift nimmt jede Sortimentsbuchhandlung an. Wo der Bezug auf Schwierigkeiten des Best, Schreibe man an die Geschäftsstelle des Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde, Stuttgart, die für Zufendung sorgen wird.*

Unterzeichneter tritt auf Grund der Satzung dem Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde, Stuttgart, (Geschäftsstelle: Pfisterstr. 5) bei, erbittet seine Mitgliedskarte und erhält je nach Erscheinen kostenlos

## den Jahrgang 1909

Jahresbeitrag M 4.80 = K 5.80 h ö. W. = Frs 6.40, zuzügl. 20 g Beleggeld, fällig im Januar 1909.

**I. Kosmos, Naturwissenschaftl. Zeitschrift.**  
Erscheint 12 mal jährlich.

**II. Die orientl. Veröffentlichungen 1909.**  
Xb Jan. 1909 erscheint alle 2—3 Monate ein Band.

Bölsche, Mensch der Urzeit.  
Meyer, Der Mond.

Saló, Die Biene.

Francé, Der deutsche Wald.

Floerke, Kriechtiere und Lurche Deutschlands.

Falls die obentlichen Veröffentlichungen gebunden gewünscht werden, tritt ein kleiner Zuschlag für die 5 Bände a Einband 55 Pf. (Mitglied a M 1.—) ein. Wir bitten, bei der Bestellung ausdrücklich zu bemerken, wenn gebunden gewünscht wird.

Ori, Name und genaue Adresse:

Der Beitritt kann für beide oder auch nur für einen Jahrgang erfolgen, in letzterem Falle unterlasse man es nicht, den nichtgewünschten Jahrgang zu durchstreichen.

Hat der Besteller den einen oder andern Band des Jahrgangs 1909 schon zum Einzelspreis erworben, so wird auf Wunsch dieser Band nicht nochmals geliefert, sondern M 1.— am Mitgliedsbeitrag 1909 abgezogen. Es wird gebeten, dies ausdrücklich zu bemerken.

## den Jahrgang 1908

Bestellungen werden auch nach Schluß des Jahres entgegengenommen und die Veröffentlichungen nachgeliefert gegen den sofort fälligen Beitrag von M 4.80 = K 5.80 h ö. W. = Frs 6.40.

**I. Kosmos, Handwörter für Naturfreunde.**  
12 Bände reich illustriert, in einem Band gebunden.

**II. Die orientl. Veröffentlichungen 1908:**  
Meyer, Erdbeben und Vulkan.

Sehmann, Ueberbung.

Saló, Ameisenstaat.

Dekker, Naturgeschichte des Kindes.  
Floerke, Säugtiere des deutschen Waldes.

Falls die obentlichen Veröffentlichungen biblisch gebunden gewünscht werden, wolle man dies ausdrücklich bemerken. Zuschlag für die 5 Bände b. Jahrg. 1908 a Einband 55 Pf. (Mitglied a M 1.—). K. 1909.

# Diezels Erfahrungen aus dem Gebiete der Niederjagd

nach den neuen Ergebnissen der Jagdkunde bearbeitet

von

**F. Bergmiller.**

Reich illustr. Preis fein gebunden nur M 4.50.

**Billigste Ausgabe dieses trefflichen Jagdbuches.**

Das in Jägerkreisen rühmlichst bekannte Werk ist von einem bewährten Jagdschriftsteller völlig nach dem neuesten Stand der



Jagdkunde überarbeitet, ohne daß jedoch der Eigenart des alten „Diezel“, seiner Frische und Urwüchsigkeit, Abbruch getan worden wäre. Das Buch lieft sich lebendig und anziehend, wie seither, überall aber sind überholte Angaben berichtigt, irrige Anschauungen ausgemerzt, die neuen Ergebnisse der Theorie und Praxis, die Fort-

schritte in der Kenntnis vom Leben des Wildes, wie auf jagdtechnischem Gebiete berücksichtigt. Es sind somit die Vorzüge des bewährten und beliebten alten Werkes unangetastet geblieben, während seine Brauchbarkeit durch die Ergänzungen gemäß dem heutigen Stande von Praxis und Wissenschaft gesteigert worden ist.

Besonderer Wert ist auf die Ausstattung gelegt; eine große Anzahl hübscher Jagdbilder, sowie instruktiver Abbildungen schmücken und erläutern den Text, so daß jeder Besitzer des Buches seine Freude daran haben wird. Es eignet sich daher auch zu einem prächtigen und willkommenen Geschenk für alle Jäger und Jagdfreunde und ist in jeder Buchhandlung zu haben.

---

**Franck'sche Verlagsbuchhandlung in Stuttgart.**